KORESPONDENCYJNY KURS BUDOWNICTWA I.

R O B O T Y   Ż E L A Z O B E T O N O W E

POLSKA Y.M.C.A. WE FRANCJI

ROBOTY ZELAZOBETONOWE

Zasadniczymi składnikami konstrukcji żelazobetonowych są:

1. stal miękka /żelazo/,
2. cement,
3. piasek,
4. żwir lub tłuczeń.

Stal miękka /żelazo/.

Stal miękką /żelazo/-w dalszym ciągu naszych wykładów będziemy używać określenia "stal", - używamy do konstrukcji żelazobetonowych. Cechą charakterystyczną tej stali jest jej wytrzymałość na działanie sił r o z c i ą g a j ą c y c h, t.j. na rozerwanie.

Wytrzymałością na rozerwanie nazywamy największe obciążenie, które może materiał wytrzymać bez rozerwania się. Przy zamówieniu stali, chcąc otrzymać dany gatunek stali, musimy podać jej wytrzymałość na rozerwanie.

W budownictwie używamy przeważnie tylko dwa gatunki stali, a mianowicie:

1. o wytrzymałości 38 kg/mm^2
2. o wytrzymałości 44 kg/mm^2

Ostatnimi czasy bardzo silnie była zalecana stal o wyższej wytrzymałości.

W budownictwie żelazobetonowym używamy stali w kształcie prętów o przekroju okrągłym. Stal taka najczęściej znajduje się w handlu, a przekrój jej pozwala na łatwe gięcie. Niezależnie od przekroju okrągłego, można używać przekrojów kwadratowych a nawet o profilach specjalnych.

W zależności od wytrzymałości stali na rozerwanie, stosujemy tak zwaną wytrzymałość dopuszczalną dla stali.

Dla stali o wytrzymałości na rozerwanie 38-40 kg/mm^2, dopuszczalne obciążenie praktyczne wynosi 11 do 12 kg/mm^2, natomiast dla stali o wytrzymałości do 44 kg/mm^2 dopuszczalne obciążenie wynosi 18 kg/mm^2.

W handlu spotykamy jeden rodzaj stali o dopuszczalnym obciążeniu 11-12 kg/mm^2, natomiast bardzo wiele rodzajów przy dopuszczalnym obciążeniu 18 kg/mm^2. Poniżej podajemy tabelę spotykanych rodzajów i gatunków stali.

Stal o wyższej wytrzymałości bardzo silnie wypiera stal zwykłą, a to ze względów ekonomicznych i częściowo technicznych, a głównie tam gdzie chodzi o silne konstrukcje.

Powierzchnia prętów powinna być względnie czysta i pozbawiona takich zanieczyszczeń jak smary, tłuszcze, farby i t.p. Rdza, jeżeli nie tworzy skorup już odpryskujących, nie jest szkodliwą i może pozostać na pręcie. Korzystniej jest używać pręty o mniejszej średnicy , gdyż mamy większą powierzchnię "przyczepności". Pozatym prę-

ty o średnicy mniejszej, łatwiejsze są do transportu oraz wyginania w potrzebne kształty. Srednica prętów stalowych waha się od 5 mm do 40 mm. Rzadko kiedy przekracza najwyższy wymiar. "Przyczepność" betonu do stali jest podstawą konstrukcji żelazobetonowej.

W wypadkach gdy mamy dostateczną ilość miejsca w belkach lub stropie dla pomieszczenia każdej ilości prętów, wówczas korzystniej jest, jak już wspomnieliśmy wyżej, stosować większą ilość prętów o mniejszej średnicy, gdyż przy jednej i tej samej powierzchni przekroju możemy otrzymać większą powierzchnię "przyczepności".

T a b e l a

Nazwa stali	Dopuszczalne naprężenie na 1 mm^2	Przekrój lub profil
Stal zwykła	11 - 12 kg	○ /okrągła/
Stal isteg	18 kg i wyżej	/pleciona/
Stal grzebieniowa	"	
Stal gryffel	"	

C e m e n t y .

Do konstrukcji żelazobetonowych używamy cztery gatunki cementów:

1. Cement zwykły /Portland-cement/,
2. Cement extra /o dużej wytrzymałości/,
3. Cement topiony /elektryczny/,
4. Cement metalurgiczny.

Charakterystyka poszczególnych cementów jak i stopień ich wytrzymałości oraz sposoby fabrykacji zostały omówione w rozdziale o "Materiałach budowlanych".

Często w budownictwie używamy cementów "szybko-wiążących". Jak sama nazwa wskazuje, są to cementy, których proces wiązania następuje w kilka godzin. Sam proces początkowy wiązania nie wiele się różni od cementu zwykłego, to znaczy, że tak jak cement zwykły tak samo i cement szybko-wiążący zaczyna wiązać po upływie około dwóch godzin. Twardnienie natomiast cementu szybko-wiążącego następuje bardzo szybko i po upływie 24 godzin cement taki posiada wytrzymałość cementu zwykłego po upływie jednego miesiąca.

Cementy szybko-wiążące używamy do konstrukcji, gdzie zależy nam na pośpiechu, albo gdy brak nam materiału drewnianego na szalowanie. Konstrukcja wykonana z cementu szybko-wiążącego może być po dwóch lub trzech dniach rozszalowaną i jest na tyle mocną, że może już znieść pewne obciążenie.

Cementów szybko-wiążących używamy również do konstrukcji wykonywanych w niskich temperaturach np. minus 5° C, gdyż cement ten podczas wiązania wydziela bardzo dużą ilość ciepła, a pozatem nie

wymaga, jak już mówiliśmy, długiego okresu na zupełne stwardnienie, a na ten okres czasu możemy go zabezpieczyć przed zmarznięciem. W organizacji robót ma to bardzo poważne znaczenie.

Należy zwracać baczną uwagę, aby nie mieszać zwykłego cementu z cementem szybko-wiążącym, a nawet nie używać tyvh samych przyrządów i maszyn bez uprzedniego bardzo dokładnego oczyszczenia.

Betony z cementów szybko-wiążących pod koniec trzeciego miesiąca osiągają już wytrzymałość do 100 kg/cm^2, wówczas gdy betony na cemencie zwykłym - do 75 kg/cm^2.

P i a s e k.

Gatunek piasku używany do betonów jest składnikiem prawie tak samo ważnym jak i gatunek cementu. Należy zwracać baczną uwagę na jego rodzaj i pochodzenie, a w szczególności jeśli mamy do czynienia z piaskiem nie rzecznym lecz kopalnianym.

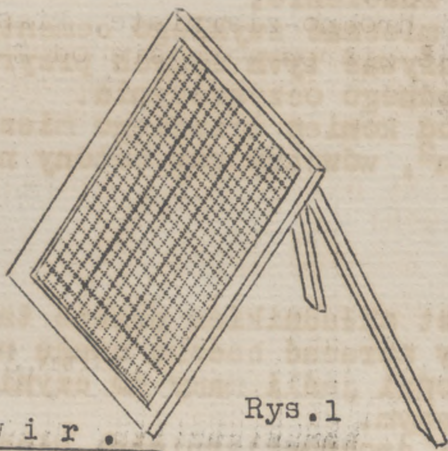
Rozróżniamy piaski grubo-, średnio- i drobno-ziarniste. Piaski grubo-ziarniste są takie, których średnica ziaren waha się od 2 do 5 milimetrów; średnio-ziarniste, których średnica ziaren wynosi od 0,5 do 2 milimetrów, wreszcie drobno-ziarniste, których średnica ziaren jest poniżej pół milimetra.

Od wielkości ziaren i ich form zależne są wielkości próżni jakie tworzą się między poszczególnymi ziarnami. Chcąc otrzymać większą wytrzymałość betonu, należy dobrać odpowiednie "uziarnienie" piasku. Należy pamiętać, że ta mięszanina betonu, przy tych samych proporcjach cementu, piasku i żwiru, będzie silniejsza, która będzie posiadać piasek o lepszych proporcjach ziaren. Piasek posiadający grube i drobne ziarna jest lepszym od piasku posiadającego jeszcze ziarna średnie. Dlatego przy poważnych konstrukcjach należy piasek specjalnie przygotować, to znaczy zmienić jego uziarnienie naturalne na uziarnienie takie, jakie nam jest potrzebne.

Robimy to za pomocą "odsiewania" piasku drogą "rafowania". Rafy, są to specjalne siatki /Rys.1/, które ustawiamy pod kątem 45° do poziomu i rzucamy na nie piasek. Wielkość ok w siatkach nie przepuszcza nam ziarn o średnicy większej niż oko siatki /rafy/. Powtarzając odpowiednią ilość razy daną manipulację, otrzymamy z piasku o różnym uziarnieniu, szereg piasków o uziarnieniach wyżej podanych. Biorąc odpowiednie ilości piasku o uziarnieniu grubym i mięszając z potrzebną ilością piasku o uziarnieniu drobnym, otrzymamy potrzebne nam uziarnienie piasku, unikając w ten sposób ziaren o wielkości średniej.

Następnię musimy zwracać baczną uwagę na czystość piasku. W żadnym wypadku nie można używać piasku zanieczyszczonego gliną lub domieszkami stałymi jak: części roślinne, muszle i t.p. Ilość gliny w piasku nie może przekraczać 3 do 5 procent, jeśli chodzi o żelazobetony. W betonach niekonstrukcyjnych /podłoża betonowe, podłogi betonowe, beton wypełniający/ procent gliny może być większy /do 10 procent/. Należy pamiętać, że obecność gliny w piasku osłabia wiązanie cementu, a nawet zupełnie proces ten uniemożliwia. Piaski posiadające większy procent od 5-ciu, należy płókać. Piasek płóczemy wówczas, gdy zawartość gliny nie jest zbyt duża i sięga nie wiele

wyżej ponad normy dopuszczalne. W przeciwnym razie płókanie piasku jest przedsięwzięciem zbyt kosztownym. Piasek zanieczyszczony gliną płóczemy w zwykłych korytach za pomocą silnego strumienia wody. Płókanie dwu lub trzykrotne piasku już się zazwyczaj nie opłaca. W takich wypadkach należy starać się sprowadzić piasek z innych okolic.

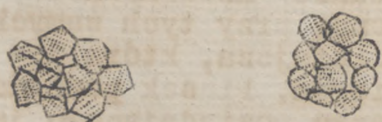


Rys.1

Piaski bywają wapienne i kwarcowe. Oczywiście, że piaski "kwarcowe" są najlepsze, ale i wapienne mógą być używane również w pewnych okolicznościach. Jeżeli konstrukcja wystawiona jest na działanie pary i kwasów, wówczas piasku wapiennego pod żadnym pozorem używać nie należy.

Zwir.

Zwir powinien być wolny od wszelkich zanieczyszczeń i powinien pochodzić, jeśli to możliwa, ze skał krzemionkowych /twardych/. Wielkość ziaren żwiru powinna wahać się od 5 do 15 milimetrów. Zwir rzeczny jest najlepszym materiałem i najbardziej poszukiwanym.



Rys.2

Bardzo często używa się t.zw. "tłucznia" /szaber/, który daje bardzo dużą spoistość dzięki swym konturom kanciastym. Przy byworze kamienia na tłuczeń należy unikać kamieni miękkich i porowatych. Im bardziej będzie wytrzymały żwir lub tłuczeń, tym większe dostaniemy wytrzymałości betonu, oczywiście proporcjonalnie do zawartego w nim cementu i piasku. Piasek ma za zadanie wypełnienie próżni między-żwirowych, aby stworzyć łącznie z cementem masę jak najbardziej zwartą.

Zwir o ziarnach kanciastych jest lepszy od żwiru o ziarnach okrągłych, a to z uwagi na to, że ziarna okrągłe dają większe próżnie, niż ziarna kanciaste. Tym samym kierujemy się przy wyborze piasku. Piasek t.zw. "ostry", a więc posiadający ziarna nieforemne, jest lepszy od piasku o ziarnach okrągłych /Rys.2/. Z rysunku tego widzimy, że próżnie między ziarnami są różne: większe przy ziarnie okrągłym /piasku lub żwiru/, a mniejsze przy ziarnie kanciastym. Wielkość tych próżni ma decydujące znaczenie na wytrzymałość betonu i żelazobetonu.

Mieszanie betonu.

Najlepsza męszanina jest taka, która daje beton najbardziej zwarty, bez próżni wyżej omówionych. Zwartość betonu osiągniemy przez odpowiednie "dozowanie" zasadniczych składników, a mianowicie cementu, piasku, żwiru i odpowiedniej ilości wody. Dozowaniem więc będziemy nazywać proporcjonalny dobór poszczególnych składników ce-

lem uzyskania najlepszej ściśliwości betonu i odpowiedniej wytrzymałości. Jasnym jest, że wytrzymałość betonu zależna jest w pierwszym rzędzie od zawartości cementu w mięszaninie.

Jednak przy jednej i tej samej ilości cementu możemy uzyskać różnicę wytrzymałości dochodzącą do 30 procent, dzięki odpowiedniemu doborowi poszczególnych składników; oraz odpowiedniej ilości wody.

Ogólnie biorąc, proporcja dająca wyniki najbardziej zawalające pod względem ściśliwości jest następująca:

1/ cementu zwykłego ..... 300-400 kg;
2/ piasku .... 0,4 m^3,
3/ żwiru .... 0,8 m^3.

Zmieszanie tych składników w danej ilości daje w rezultacie około 1 m^3 gotowego betonu.

Dla stropów, słupów, belek i podciągów najczęściej spotykane dozowanie cementu wynosi około 300 kg na 1 m^3 betonu, co odpowiada proporcji objętościowej = 1 : 2 : 4, to znaczy, że jeżeli weźmiemy jedną część cementu, dwie części piasku i cztery części żwiru, to otrzymamy mięszaninę betonową, odpowiadającą wytrzymałości, jaka jest wymagana dla wspomnianych konstrukcji. Najczęściej określamy wytrzymałość betonu nie stosunkiem objętościowym /choć i ten się używa/, lecz wagowym t.zn. podajemy wagę cementu, jaki należy dać na jeden metr sześcienny betonu, chcąc uzyskać odpowiednią jego wytrzymałość.

Jak już wspomnieliśmy, w budynkach żelazobetonowych zwykłych dozowanie cementu na 1 m^3 mięszaniny wynosi od 200 do 300 kg; natomiast dla konstrukcyj bardziej poważnych, np. przy dużych rozpiętościach, dozowanie cementu zwiększemy do 350 kg/m^3.

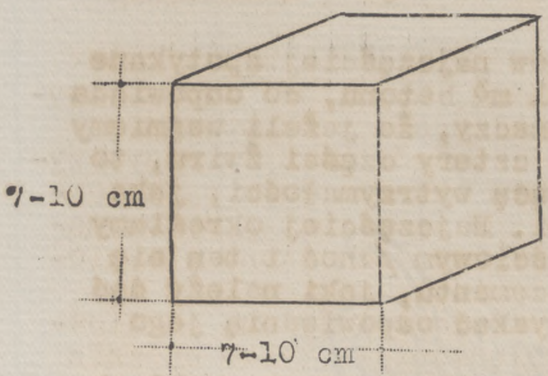
Przy konstrukcjach bardzo mocno obciążonych, albo gdy chodzi o wodoszczelność betonu, dozowanie dochodzi do 400 kg/m^3. Ta ilość cementu na jeden metr sześcienny betonu jest najwyższa, jaką praktycznie spotykamy. Przy użyciu cementów extra, o wysokich wytrzymałościach, dozowanie jego waha się od 250-350 kilogramów na 1 metr sześcienny mięszaniny betonowej.

Chcąc otrzymać praktycznie jeden metr gotowej mięszaniny betonowej, musimy zużyć odpowiednią ilość składników o ogólnej objętości równej około półtora metra sześciennego, nie licząc objętości wody. Zjawisko to tłomaczymy bardzo prosto: żwir luźno usypany posiada dużo prózni między ziarnkami żwiru, które wypełnia piasek, natomiast próżnie między ziarnkami piasku wypełnia cement, który jednocześnie powoduje proces wiązania betonu, jakgdyby "ściągając" poszczególne cząstki żwiru i piasku w jedną zwartą masę. Masa więc tylko pozornie się zmniejszyła, gdyż w grę wchodzi jej zwartość. Masa mięszaniny betonowej jest daleko bardziej zwarta niż masa poszczególnych składników przed zmięszaniem.

Wytrzymałość żelazobetonu.

Wytrzymałość żelazobetonu zależna jest od dwóch składników: od wytrzymałości betonu i żelaza. Wytrzymałość betonu badamy za pomocą specjalnych prób na zgniatanie. Nie badamy nigdy wytrzymałości betonu na rozerwanie, gdyż jest ona bardzo mała, a beton jako taki nigdy nie powinien pracować na rozciąganie /rozrywanie/.

Chcąc określić wytrzymałość betonu na zgniecenie, bierzemy specjalną próbę, najlepiej 10 x 10 x 10 /Rys.3-a/którą następnie zgniatamy na specjalnych maszynach. Opór jaki nam stawia badana próbka aż do momentu,gdy zostanie zgnieciona, nazywamy wytrzymałością badanego betonu. Próbka użyta do badań powinna mieć teoretycznie 28 dni. Jednak praktycznie, dzięki różnym systemom, których tu omawiać nie będziemy, badaną próbkę zgniatamy po dwóch lub trzech dniach i na podstawie specjalnych tablic określamy jej przybliżoną wytrzymałość po 28-miu dniach. Takie badanie prób betonowych posiada praktyczne znaczenie, gdyż możemy w trakcie budowy zmienić dozowanie, oraz gatunki składników,jeśli badanie próbek wypadnie nie zadawalająco.



Rys.3-a

Celem osiągnięcia wytrzymałości żelazobetonu na rozciąganie, wkładamy do niego żelazo, mówiąc technicznie "zbroimy beton". Uzbrojony beton nazywamy "żelazobetonem" albo "żelbetem".

Do zbrojenia betonu używamy prętów stalowych, przeważnie o przekroju okrągłym. Zbrojenie betonu podłużnie nie wpływa na zwiększenie jego wytrzymałości pod wpływem sił działających na zgniatanie, natomiast zwiększa znakomicie wytrzymałość na rozciąganie.

Beton zbrojony prętami stalowymi kurczy się pod wpływem ściskania /około 1 mm na 1 m/, tak samo jak i beton nie zbrojony.

Natomiast przy rozciąganiu zachodzi zasadnicza różnica i o ile beton nie pracuje zupełnie na rozciąganie, o tyle żelazobeton spełnia tę pracę znakomicie.

Rozciąganie się żelazobetonu postępuje proporcjonalnie do siły rozciągającej, aż do chwili zerwania i wyraża się ono wielkością 0,1 mm na 1 metr długości, wówczas gdy beton ściskany daje skurcz równy 1 mm na 1 metr długości. Stąd wniosek, że żelazobeton jest 10 razy mocniejszy na rozciąganie niż beton na ściskanie. Uzbrojenie więc w żelazobetonie czyni beton niesłychanie wytrzymałym na rozciąganie.

Przygotowanie mięszaniny betonu. Mięszanie ręczne.

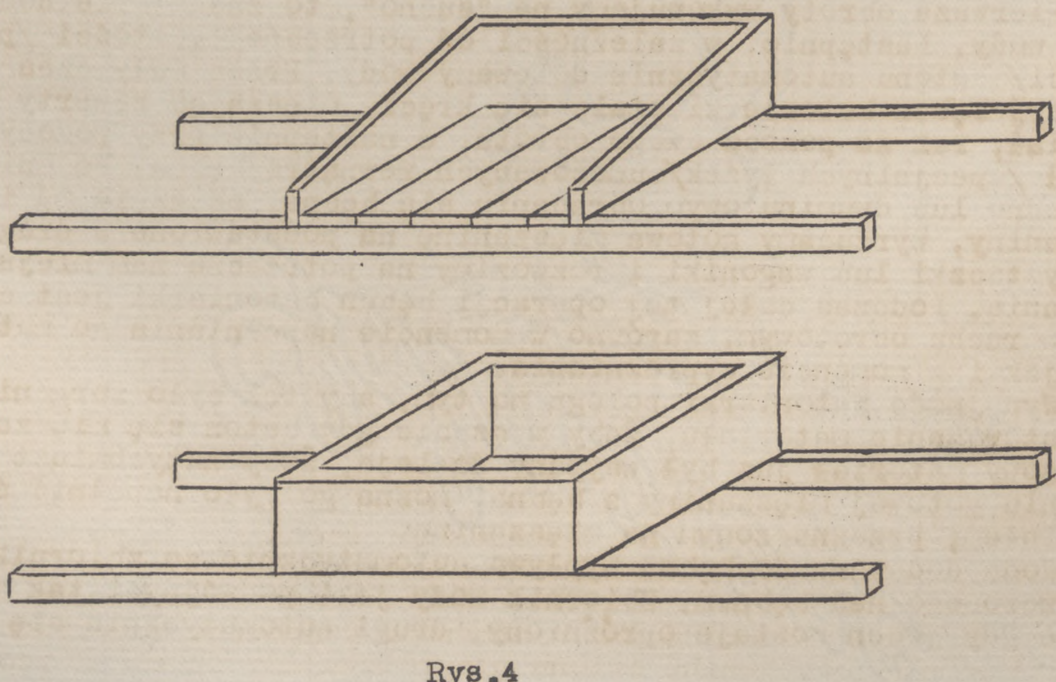
Dla robót małoważnych lub o niedużej objętości konstrukcji żelazobetonowej, mięszaninę betonu przygotowujemy sposobem ręcznym. Takie przygotowanie mięszaniny nazywamy "mięszaniem ręcznym" w od-

różnieniu od mięszania maszynowego. Przy międzaniu ręcznym postępujemy w sposób następujący:

1/ Na ziemi, w pobliżu zgromadzonego materiału przeznaczonego na beton, układamy podłogę z desek lub blachy /tak przygotowane miejsce nazywamy stołem/, na której rozsypujemy piasek, żwir i cement w proporcjach odpowiadających betonowi jaki mamy zamiar wykonać.

2/ Materiał przeznaczony na mięszaninę dostarczamy na "stół" za pomocą taczek, "nosiłek" lub skrzyń /Rys.4/. Oczywiście, że skrzynie, taczki lub nosiłki muszą być identycznej objętości dla wszystkich trzech składników betonu, a pozatem objętość ta musi być wiadoma. Kolejność znoszenia materiału jest następująca: najpierw żwir, później piasek, a po zmięszaniu żwiru z piaskiem łopatami, sypiemy cementn który mięszamy dokładnie z poprzednią mięszaniną. Wszystkie te czynności wykonujemy na "sucho", t.zn. bez dodania wody.

3/ Ostatnią czynnością jest mięszanie całości, polewając ją wodą. Należy przytym zwracać baczną uwagę, aby ilość dodanej wody była wystarczająca dla uzyskania mięszaniny odpowiednio plastycznej w całej swojej objętości. Naogół nadmiar wody czyni beton mniej wytrzymałym w pierwszym okresie jego egzystencji, t.zn. do 28 dni. Betony plastyczne są bardziej wytrzymałe od betonów rzadkich. Różnica wytrzymałości betonu stopniowo maleje wraz z wiekiem betonu. Oczywiście mówimy tu o wytrzymałości przejściowej, gdyż zasadniczo zależy ona od ilości użytego cementu. Nadmiar wody w międzaninie tylko opóźnia twardnienie betonu, nie zmieniając jednak zasadniczej jego wytrzymałości.



Rys.4

Należy zwracać uwagę, aby mięszanie poszczególnych składników betonu było jak najdokładniejsze i zapewniało jednolite przemięszanie całości materiału. Praktycznie każda faza mięszaniny powinna być trzykrotnie przerzucaną łopatami. Ilość ręcznie przygotowanej mięszaniny waha się od 0,5 m^3 do maximum 1 m^3. Większa ilość jednorazowo przygotowanej mięszaniny nie daje gwarancji należytego przemięszania.

Tak przygotowaną mięszaninę ładujemy na taczki lub skrzynie i roznosimy na miejsce betonowania.

Mięszanie maszynowe /mechaniczne/.

Przy budowlach, gdzie mamy dużą objętość konstrukcji żelbetonowej, lub całą budowlę o tej konstrukcji, nie opłaca się przygotowywać mięszaniny betonu ręcznie, wykonujemy ją natomiast maszynowo, używająo do tego celu specjalnych maszyn, zwanych "betoniarkami".

Do betoniarek takich wsypujemy cały materiał o odpowiednich ilościach, nie licząc się absolutnie z kolejnością, ani nie mięszając ich przed tym. Poczem maszyna mięsza beton dodając samoczynnie potrzebną ilość wody.

Celem ułatwienia całej operacji, betoniarka posiada rodzaj leja, który jest tak pomyślany, że jedną swoją stroną leży na poziomie ziemi, drugą natomiast sięga otworu bębna batoniarki. Do tego leja wsypujemy materiał za pomocą taczek lub skrzyń, albo nawet specjalnych wagonetek /małe metalowe wagoniki o pojemności od 0,7 do 1 m^3; chodzące na szynach lub pasach/, w ilościach i proporcjach zgóry ustalonych. Następnie, przy pomocy lin stalowych i motoru lej ten jest podnoszony do pozycji pionowej, wysypująo materiał w nim zawarty, do bębna betoniarki, gdzie mięszamy go przez obrót bębna.

Pierwsze obroty wykonujemy na "sucho", to znaczy nie dodajemy wcale wody. Następnie, w zależności od potrzebnej gęstości /plastyczności/ betonu automatycznie dolewamy wody. Przez cały czas tych operacyj bęben betoniarki stale się kręci, mięszająo zawarty w nim materiał, raz za pomocą swego obrotu, a następnie przy pomocy mieszadeł /specjalnych łyżek/, umocowanych wewnątrz bębna. Po mniej więcej jedno lub dwuminutowym obracaniu się bębna, zależnie od ilości mięszaniny, wyrzucamy gotową mięszaninę na podstawione z drugiej strony taczki lub wagoniki i rozwozimy na potrzebne nam miejsca betonowania. Podczas całej tej operacji bęben betoniarki jest cały czas w ruchu obrotowym, zarówno w momencie napełniania go materiałem, jak i w momencie wypróżniania.

Wydajność betoniarki polega na tym, aby tak było zorganizowane dostarczanie materiału, żeby w czasie gdy beton się mięsza w bębnie, nowy materiał już był wsypany do leja, żeby natychmiast po wyrzuceniu gotowej mięszaniny z bębna, można go było napełnić świeżym materiałem; przeznaczonym na mięszaninę.

Woda dodawana do bębna wypływa automatycznie ze zbiornika, umieszczonego nad bębnem. Zbiornik wody jest podwójny i tak urządzony, że gdy jeden zostaje opróżniony, drugi automatycznie się napeł-

nia i tak na zmianę. Regulowanie odpowiedniej ilości wody daje gwarancję uzyskania odpowiedniej plastyczności betonu oraz całkowite jej zużycie dla danej ilości mięszaniny.

Stopień plastyczności betonu.

Plastyczność /gęstość/ betonu, niezależnie od sposobu wykonania /ręcznie lub maszynowo/, winna być odpowiednia do celów do jakich ma być ten beton użyty. Plastyczność ta zależna jest oczywiście od ilości wody. Ilość wody zależna jest od ilości użytego cementu i miałkości piasku.

Teoretycznie ilość wody użyta do mięszaniny betonu powinna być taka, aby mięszanina ta,poddana silnemu ubijaniu, pokazała rosę na swojej powierzchni, a mówiąc językiem technicznym, aby beton się spocił pod wpływem ubijania. Taką plastyczność betonu używamy w konstrukcjach betonowych /np. ściany, podłogi betonowe, ławy fundamentowe i t.p./,natomiast w konstrukcji żelazobetonowej, której nie można ubijać, a nawet gdyby nam się to udało, wówczas możemy poprzesuwać ułożone pręty żelazne, które powinny być zabetonowane w takiej formie i w takich odstępach od siebie, jak żeśmy je ułożyli, plastyczność ta musi być większa, t.zn., że beton musi być bardziej rzadki.

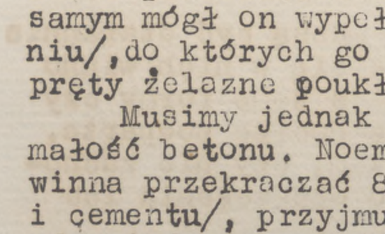
Praktycznie więc ilość wody,jaką używamy do żelazobetonu,jest lekko przesadzona celem uzyskania betonu bardziej płynnego, aby tym samym mógł on wypełnić wszystkie przestrzenie w formach /szalowaniu/,do których go wlewamy i aby mógł całkowicie otoczyć wszystkie pręty żelazne poukładane w tych formach /szalowaniu/.

Musimy jednak zawsze pamiętać, że nadmiar wody osłabia wytrzymałość betonu. Noemalna ilość wody,jaka powinna być użyta, nie powinna przekraczać 8 procent wagi ogólnej materiałów /żwiru, piasku i cementu/, przyjmując, że materiały te są w stanie zupełnie suchym, odpowiada to mniej więcej 160 litrom wody dla mięszaniny składającej się z:

300 kg cementu,
0,4 m3 piasku,
0,8 m3 żwiru.

Pod koniec siódmego dnia beton ten będzie o 20 procent słabszy, jeśli ilość wody użytej wyniesie 190 zamiast 160 litrów. Jeżeli specjalne warunki wymagają zwiększenia ilości wody, celem uzyskania betonu bardziej płynnego, wówczas w obliczeniach i przewidywaniach konstrukcyjnych należy, w stosunku do pierwszego stadium tężenia betonu, przyjąć mniejszą jego wytrzymałość, proporcjonalnie do nadmiaru użytej wody.

Stopień plastyczności betonu określamy za pomocą specjalnego przyrządu. Jest to rodzaj stożka ściętego z blachy żelaznej, którego górna podstawa ma 10 centymetrów średnicy, a dolna 20 cm; wysokość natomiast wynosi 31 cm /Rys.5/. Formę tę napełniamy betonem i ugniatamy go odpowiednio do jego plastyczności, następnie zdejmujemy ostroż-



Rys.5

nie formę, pozostawiając masę plastyczną samej sobie. W zależności od stopnia plastyczności, beton ten opadnie. Dla pustaków i części betonowych o dużym przekroju opadnięcie betonu może być tolerowane do 7 i pół centymetrów, natomiast do stropów, belek i podciągów o dużym zagęszczeniu uzbrojenia, opadnięcie stożka dopuszczamy do 15 cm.

Betonowanie.

W rezultacie, mając dobrze zmieszaną i jednolicie przygotowaną mięszaninę betonową oraz pewność co do gatunku i jakości użytych materiałów, możemy przystąpić do betonowania to znaczy do zalewania betonem prętów żelaznych /uzbrojenie/, ułożonych w odpowiednich formach /szalowaniach/.

Betonowanie winno się odbywać szybko i składnie, aby pewne części konstrukcji zostały ukończone przed tym, gdy beton zacznie "wiązać" /twardnieć/. Dlatego też odległość przygotowania betonu od miejsca betonowania powinna być jak najmniejsza. Transport betonu od betoniarki do miejsca betonowania odbywa się za pomocą taczek lub skrzyń, a jeśli chodzi o wyższe piętra, to za pomocą wind lub dźwigów, albo za pomocą równi pochyłych, biegnących wzdłuż budynku.

Przywożony taczkami, albo przyniesiony w skrzyniach beton wylewa się w przygotowane formy /szalowania/, w których znajduje się "zbrojenie".

Przed wylaniem betonu do form, te ostatnie muszą być starannie oczyszczone i zlane wodą. Uzbrojenie znajdujące się w nich winno być sprawdzone, czy jest równo i dobrze ułożone, a same formy czy są mocno i dobrze przymocowane, czy rusztowanie dobrze podparte, czy wszystkie kliny dobrze podbite, jednym słowem, czy nie zachodzą możliwości przesunięcia się uzbrojenia, albo opuszczenia lub rozejścia się form pod ciężarem betonu.

Celem ułatwienia dojazdu z betonem do każdego punktu betonowania, układamy na betonowej powierzchni, na specjalnych "kobyłkach" /rodzaj skrzyżowanych nóg drewnianych/ odpowiednio wysokich, aby nie uszkodzić uzbrojenia, drogi z desek, po których jeżdżą taczki. Drogi należy tak rozmieścić, aby wracający robotnicy z próżnymi taczkami nie spotykali się z robotnikami jadącymi z betonem. Jednym słowem ruch z materiałem musi być jednokierunkowy.

W pewnych przepisach technicznych spotykamy jeszcze określenie, że beton powinien być "mocno" ubijany, tymczasem wyżej wspomnieliśmy, że tego rodzaju ubijanie jest często niemożliwe, a może być nawet i szkodliwe, nadewszystko w belkach gęsto uzbrojonych, gdzie pręty żelazne /uzbrojenie/ są bardzo blisko siebie ułożone. W tych wypadkach używamy betonu bardziej plastycznego /bardziej rzadkiego/ i za pomocą prętu o małej średnicy, spłaszczonego na końcu; utrzymujemy beton w ciągłym ruchu, mięszając go tym prętem, aż dobrze wypełni całość formy /szalowania/. Osiągnąwszy ten rezultat, usuwamy pręt i pozostawiamy beton w spokoju, unikając starannie wszelkich wstrząsów i ruchów, aż do momentu kompletnego związania, co wymaga kilku godzin.

Dla ubijania płyt lub słupów mniej silnie uzbrojonych, używamy ubijaków z żelaza, posługując się krótkimi i gwałtownymi ruchami /wcale nie silnymi/, zmieniając miejsce uderzeń, aby nie spowodować rozsadzenia formy /szalowania/.

Po ukończeniu betonowania, a właściwie po zalaniu betonem danej formy, przystępujemy do zakończenia zabetonowanej części odpowiednio do jej rodzaju. Jeśli to był słup lub ściana, albo jakaś belka, wówczas wypełniwszy formę betonem, ubijamy ją z wierzchu kawałkiem deski, celem nadania gładkiej płaszczyzny, o ile nie zachodzi konieczność betonowania w dalszym ciągu. Natomiast, jeśli chodzi o zabetonowanie płaszczyzny stropów, powinniśmy się liczyć z tym, że powierzchnia stropu powinna być jak najbardziej gładka. Należy więc po ubiciu betonu wykończyć ją za pomocą łat i deski, to znaczy wykonać powierzchnię gładką. W tym celu układamy duże łaty /deseczki grubości 2 cm, a szerokości 5 do 6 cm/ w odległości około 2,5 m, zatapiając je w betonie tak, żeby powierzchnie górne łat były równe z powierzchnią stropu, jaką mamy otrzymać. Następnie przy pomocy równej deski opartej na tych łatach, posuwając ją ruchem zygzakowatym, ściągamy wygórowane części betonu lub dodajemy betonu, gdy się okaże dołek.

Tak ściągnięty-wyrównany beton pozostawiamy w spokoju na parę godzin. Po upływie tego czasu, gdy beton jeszcze niedostatecznie związał, wyciągamy zatopione w nim łaty, zarabiając puste miejsca po łatach świeżym betonem.

Beton wibrowany /wstrząsany/.

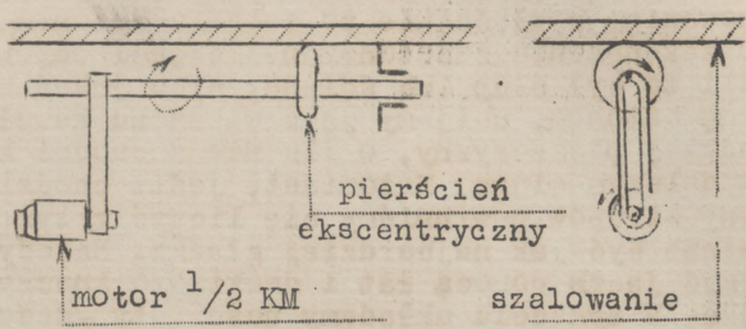
Przy bardzo poważnych robotach, głównie przy konstrukcjach monumentalnych /pomnikowych/ używa się betonów wibrowanych /wstrząsanych/, które coraz bardziej znajdują powszechne uznanie. Początek systemu betonowania wibracyjnego /wstrząsanego/ miał miejsce przy wyrobie różnych drobnych odlewów jak np. rzeźb, odlewanych w cemencie, rur betonowych, cegieł cementowych i t.p.

Sposób ten został z biegiem czasu wprowadzony i do konstrukcji żelazobetonowych.

W tym celu mocuje się szereg aparatów wibracyjnych pod powierzchnią szalowania. Aparat wibracyjny jest to przyrząd, wywołujący częste drgania w czasie swego ruchu. Po rozmieszczeniu w odpowiedniej ilości dla danej powierzchni, przeznaczonej do zabetonowania, uruchomione aparaty wibracyjne dają wstrząsy /drgania/ całego szalowania. Promień zasięgu drgania poszczególnego aparatu nie przekracza odległości 2 metrów. Działanie aparatu polega na tym, że na wale żelaznym umocowany jest ekscentrycznie /odśrodkowo/ rodzaj pierścienia /rys.6/. Za pomocą motoru elektrycznego wprawiamy wał w ruch a pierścień na nim osadzony, obracając się na wale, uderza o szalowanie, powodując wstrząs.

Obecnie coraz częściej używa się aparatów "pneumatycznych", to znaczy aparatów pracujących ściśnionym powietrzem. Wibratory pneumatyczne dają od dwóch do czterech tysięcy uderzeń na minutę. Aparat taki mocujemy do szalowania za pomocą śrub lub prętów nagwintowanych.

Beton wylewany na szalowanie podlega wibrowaniu /wstrząsaniu/. Beton taki nazywamy wibrowanym; jest on bardziej zwarty niż beton lany lub ubijany i nie jest konieczne używanie go w stanie zby rzadkim, zresztą nadmiar wody jest natychmiast wyrzucony na powierzchnię betonu. Sposób ten ułatwia znakomicie przeniknięcie betonu w każdą szczelinę szalowania oraz bardzo dobrze otacza każdy żelazny pręt, dając beton bardziej jednolity oraz zwiększając jego wytrzymałość.



Rys.6

Beton extrawibrowany.

Różnica między betonem wibracyjnym a betonem extra-wibracyjnym polega na tym, że przy wykonywaniu betonu wibracyjnego używa się aparatów, które wstrząsają /wibrują/ szalowaniem, natomiast dla betonów extra-wibrowanych używamy aparatów, które zanurzamy wprost w betonie, powodując jego wstrząsanie, albo mocujemy aparat do uzbrojenia, wywołując jego wstrząsy. Oczywiście, że zbrojenie musi być specjalnie przygotowane i tego rodzaju manipulacja musi być zgóry przewidziana.

Rezultaty otrzymane przy tym systemie dały bardzo dobre wyniki, powodując znaczne zwiększenie spoistości i wytrzymałości betonu.

Poruszane zbrojenie powodowało bardzo dokładne opadanie betonu i otaczanie prętów żelaznych masą betonu, wypędzając pęcherze powietrza, które znajdują się zarówno w mięszaninie betonu, jak i mogą się utrzymywać na ścianach szalowania i prętach żelaznych.

Transportowanie betonu rurami.

Gdy mamy do czynienia z olbrzymimi masami betonu, a często i z dużą wysokością,na jaką należy go podnosić, używamy przewodów rurowych, celem dostarczenia betonu na miejsce betonowania. Dom Akademika w Warszawie,wzniesiony około 1930 roku,był budowany za pomocą tego właśnie systemu dostarczania betonu na potrzebne miejsce.

Transportowanie betonu taczkami lub skrzyniami, nawet przy pomocy wind, okazało się bardzo kosztowne, a wykonywany beton tracił dużo na dobroci wskutek zbyt długiego transportu.

Pomysł transportowania betonu przewodami rurowymi okazał się bardzo praktyczny i bardzo wydajny. W Stanach Zjednoczonych jest on obecnie bardzo rozpowszechniony.

Istnieją dwa systemy przesyłania betonu w rurach: jeden za pomocą zgęszczonego powietrza /Ameryka i Polska/, a drugi za pomocą specjalnych pomp. Średnica rur wynosi od 12 do 15 cm, zależnie od systemu. Zgęszczonym powietrzem można posyłać beton z odległości poziomej dochodzącej do 200 m i na wysokość do 30 m, to znaczy dziesięciu pięter a wydajność betonu na godzinę dochodzi do 10 m^3. W ciągu jednej godziny można zabetonować do 1,5 m^3.

Wpływ temperatury na żelazobeton i beton.

Ciepło przyspiesza wiązanie betonu, a zimno opóźnia. W temperaturze normalnej to jest od 15 do 20 C^o powyżej zera, wiązanie betonu następuje po 2-3 godzinach od momentu wykonania mięszaniny, w temperaturze 30 C^o czas wiązania rozpoczyna się po upływie jednej godziny, a przy temperaturze plus 50° C już po pół godzinie beton zaczyna wiązać. Widzimy więc, że przy wysokich temperaturach należy się spieszyć z betonowaniem, jeśli nie chcemy, by nam beton związał w czasie samych robót.

Musimy podkreślić, że gwałtowne wiązanie jest szkodliwe, gdyż wyparowanie wody lub odebranie wody przez suche szalowanie przerywa normalne wiązanie betonu. W takich wypadkach należy zabetonowaną bryłę utrzymać w stanie wilgotnym, polewając ją przez jakiś czas wodą dość obficie. Polewać wodą należy ostrożnie, niezbyt silnym strumieniem, aby nie wypłókiwać cementu. Lepiej jest, gdy do tego celu przygotowujemy specjalne maty mokre z worków, rogóżek lub słomy, które bez obawy wypłókania cementu można przez pierwsze dni polewać.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że beton przestaje wiązać w temperaturze -5° C, a górna warstwa betonu marznie mimo, że beton wydziela własne ciepło w czasie wiązania. Wiązanie betonu w niskiej temperaturze odbywa się bardzo powoli i należy pamiętać o tym przy rozszalowywaniu konstrukcji żelbetonowej zabetonowanej w temperaturze bliskiej zera, gdyż beton wykonany np. w temperaturze plus 2° C, po trzynastu dniach posiada wytrzymałość równą jednej piątej wytrzymałości normalnej, a wykonany w temperaturze plus 7° C, osiąga zaledwie połowę normalnej wytrzymałości.

Najbardziej odpowiednia temperatura dla robót betonowych waha się w granicach od 15° do 20° C. Natomiast beton wykonywany w dni chłodne /ale nie mroźne/, będzie bardziej mocny od betonu wykonywanego w dni upalne. Tłumaczy się to tym, że praktycznie jest bardzo trudno zapewnić dostateczne i właściwe polewanie betonu w dni upalne w okresie pierwszych dwóch dni wiązania betonu. Beton w niskiej temperaturze wiąże bardzo wolno, nie tracąc nic na własnościach wiążących, a beton w wysokiej temperaturze wiąże bardzo szybko, kosztem wytrzymałości przy braku odpowiedniej ilości wilgoci po zabetonowaniu, gdyż warunki wilgotności betonu nie są równoznaczne z rzadkością mięszaniny. W tym wypadku chodzi o przedłużenie stanu wilgotności betonu, a nie o jego rzadkość, gdyż ta ostatnia, jak już mówiliśmy, zawsze ujemnie wpływa na wytrzymałość betonu.

Pamiętajmy więc, że nadmiar wody w mięszaninie betonu jest tak samo niewskazany, jak jej niedomiar w czasie wiązania betonu.

Skurcz betonu.

Wiązaniu betonu towarzyszy normalne zjawisko twardnienia. Przy twardnieniu natomiast występują "skurcze". Skurcz betonu jest tym większy,im bogatsza jest mięszanina w cement. Czysta zaprawa cementowa /1 : 1/ osiąga skurcz dochodzący do 1 milimetra na 1 metrze. dlatego nie należy zbytnio przesadzać z ilością cementu i trzymać się z granicach od 200-300 kg a najwyżej 400 kg na 1 m^3 betonu.

Zachowanie stanu wilgotnego betonu przez pierwsze dwa dni po jego wykonaniu przyczynia się bardzo do zmniejszenia skurczu. Nagół biorąc, zjawisko skurczu, jeśli występuje w normalnych warunkach wiązania, nie jest groźne i możemy do niego nie przywiązywać specjalnej wagi. Natomiast skurcz, występujący na skutek gwałtownego wiązania i szybkiego odparowywania wody, co ma miejsce przy wysokich temperaturach, może mieć przykre następstwa w postaci rys, a nawet głębokich pęknięć betonu.

Szalowanie.

Wykonanie form, potrzebnych dla nadania belkom, słupom, podciągom, stropom i innym częściom budynku odpowiednich kształtów, nazywamy "szalowaniem" lub "szalunkiem".

Szalowanie wykonywamy z drzewa sosnowego nie najlepszego gatunku. Zdarza się, że do niektórych robót używa się szalowanie żelaznego /np. z blachy żelaznej, szalowanie dla stropów "isteg"/, wypadki te jednak są bardzo rzadkie i raczej mają miejsce przy robotach,gdy chodzi o wykonanie odlewów z betonu, jak rury, dreny oraz płyty.

Szalowanie przedstawia bardzo ważną pozycję w koszcie żelazobetonu i odpowiednia jego konstrukcja oraz wykonanie może znacznie zmniejszyć koszt żelazobetonu. Jako kardynalną zasadę w konstruowaniu szalowania należy przyjąć jak najdalej posunięte unikanie gwoździ. Te ostatnie najbardziej niszczą materiał drzewny użyty na ten cel. Należy pamiętać, że wbijanie gwoździ w szalowanie powinno być o ile możności zawsze od zewnętrznej strony szalowania /wewnętrzną stroną nazywamy stronę przylegającą do betonu/, a to w tym celu, żeby uniknąć wypadków, że łeb gwoździa zwiąże z betonem i utrudnia rozszalowywanie. W koniecznych wypadkach należy gwoździe mocno zabijać,aby łby ich topiły się w drzewie, nazywamy to: pogłębianiem gwoździ.

Beton nie wiąże się z drzewem, należy więc wykorzystywać to zjawisko i tak układać deski, słupy i łaty w szalowaniu,aby można było je z łatwością rozbierać.

Na szalowanie używamy następujący materiał drzewny: bale, półbale, deski, stemple /słupy/,łaty, okrąglaki. Balami lub legarami nazywamy grube deski o wymiarach 8 x 10 cm lub 8 x 22 cm.

Stemplami nazywamy słupy o różnych przekrojach, służące do podparcia szalowania. Stemple o przekroju okrągłym, nie obrabiane lecz tylko okorowane, nazywamy okrąglakami.

Do szalowania stropów, sklepień i łuków używamy następujących rodzajów desek:

1/ "całówka" o grubości 1 cala /około 25 mm/,
2/ "pięććwierciówka" o grubości 1 1/4 cala /około 30 mm/,
3/ "półtorówka" o grubości 1 1/2 cala /około 35 mm/.

Mówimy "około", gdyż wymiary te nie są ściśle co do milimetra przestrzegane przez tartaki produkujące deski.

Do szalowania używamy zazwyczaj drzewo nieheblowane, z wyjątkiem specjalnych wypadków, gdy pewne części betonowe pozostawiamy nieotynkowane. Wówczas używamy drzewo heblowane, celem otrzymania bardzo gładkich powierzchni betonowych.

O konstrukcjach i sposobach wiązania drzewa będzie mowa w rozdziale "Roboty Ciesielskie", na tym miejscu omówimy szereg charakterystycznych szalowań, używanych przy żelazobetonie, celem wyczerpania całości zagadnienia.

Zasadniczo mamy do czynienia z trzema rodzajami szalowania,a mianowicie:

1/ szalowanie dla słupów,
2/ szalowanie dla stropów,
3/ szalowanie dla sklepień.

W konstrukcjach żelazobetonowych najczęściej spotykamy dwa pierwsze typy szalowań, t.j. dla słupów i stropów. Natomiast szalowanie sklepień niczym się nie różni bądź dla betonów, bądź dla żelazobetonów, bądź dla sklepień ceglanych. Mówiąc więc w następstwie o szalowaniu sklepień, nie będziemy podkreślać, pod jakiego rodzaju konstrukcję będziemy go stosować /beton, żelbet, cegła/.

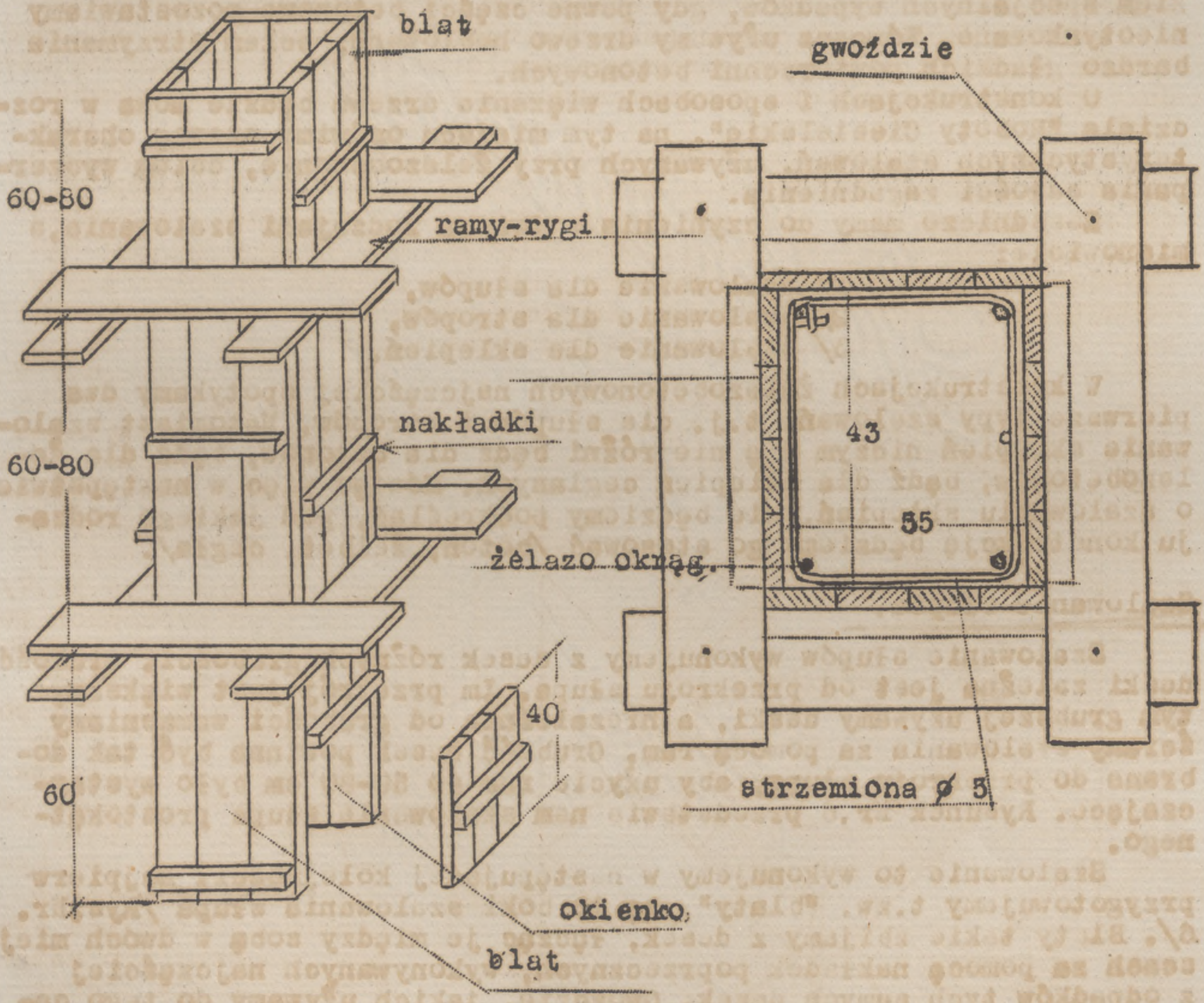
Szalowanie słupów.

Szalowanie słupów wykonujemy z desek różnych grubości. Grubość deski zależna jest od przekroju słupa. Im przekrój jest większy, tym grubszej używamy deski, a niezależnie od grubości wzmacniamy ściany szalowania za pomocą ram. Grubość desek powinna być tak dobrana do przekroju słupa, aby użycie ram co 50-80 cm było wystarczające. Rysunek Nr.6 przedstawia nam szalowanie słupa prostokątnego.

Szalowanie to wykonujemy w następującej kolejności. Najpierw przygotowujemy t.zw. "blaty", są to boki szalowania słupa /Rys.Nr. 6/. Blaty takie zbijamy z desek, łącząc je między sobą w dwóch miejscach za pomocą nakładek poprzecznych, wykonywanych najczęściej z odpadków tych samych desek. Gwoździe, jakich używamy do tego celu, nie powinny być pod żadnym pozorem dłuższe, jak łączna grubość deski w blacie i nakładce. Gwoździe dłuższe przejdą na wylot i choćby nawet zostały zakrzywione - wiążą z betonem i w następstwie utrudniają rozszalowanie, doprowadzając bardzo często do zniszczenia go, nie mówiąc już o uszkodzeniu betonu.

Tak przygotowane blety zbijamy ze sobą za pomocą kilku gwoździ, celem umożliwienia sobie dalszej pracy,a mianowicie uzyskania kształtu formy.

Następnie opasujemy taką formę deskami t.zw. ramami. Ramy nie są przybijane do blatów /chyba,że jednym gwoździem,celem przeszkodzenia ewentualnemu opadaniu/, natomiast są ściśle połączone między sobą. Ramy te stanowią główną siłę szalowania i daje się je co 60 do 80 cm. Gęstość ram zależna jest od grubości desek. Im deski są cieńsze, tym ramy muszą być gęściej stosowane. Ramy te przeciwdziałają "rozparciu" szalowania przez ciężar betonu i ubijania go.



Rys.6

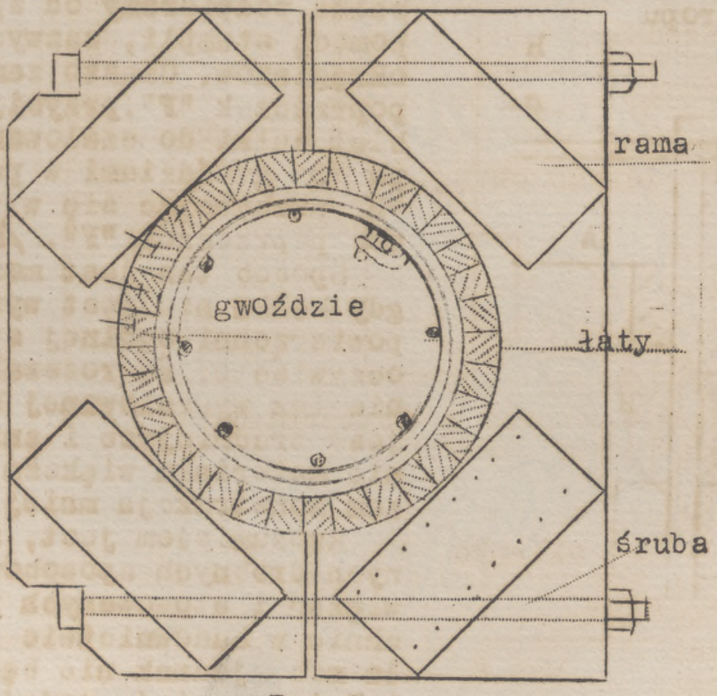
Dla każdego słupa trzy blaty mają jednakową wysokość,natomiast czwarty blat jest nieco krótszy /około 40 cm/,a to w celu pozostawienia okienka w dole słupa, przez które usuwamy trociny, wióry i zanieczyszczenia, które mogły się dostać do wewnątrz szalowania podczas roboty. Tylko pierwaszy słup może mieć szalowanie zrobione w całości, łącznie z ramami i wstawiony na miejsce, a następnie w niego wpuszczone zbrojenie. Jeśli chodzi o następne słupy na nim ustawiane, to gotowe mogą być zbite tylko trzy blaty, a czwarty musi

być dobijany na miejscu, celem wprowadzenia zbrojenia i powiązania go z końcami wystającymi z poprzedniego słupa. Właśnie ten czwarty blat, na miejscu przybijany, robi się krótszy, celem ułatwienia sobie czynności wyżej omówionych. Należy pamiętać, aby przed betonowaniem zasłonić poprzednio pozostawione okienko.

Tak wykonane i ustawione słupy mocujemy między sobą za pomocą dłuższych desek, skośnie przybijanych do szalowania słupów, celem zapewnienia sobie pionowości szalowania oraz jego statyczności.

Przy wykonywaniu szalowania dla słupów okrągłych, postępujemy trochę odmiennie. Przede wszystkim szalowanie słupów okrągłych składa się z dwóch połówek. Zamiast desek używamy "łat" o szerokości 4 cm.

W danym wypadku najpierw przygotowujemy ramy z "półtorówek", często zbijanych z dwóch lub trzech desek, a to w zależności od średnicy słupa. W ramach wycinamy półkola o potrzebnej średnicy i do tych ram mocujemy łaty. Mocowania łat dokonujemy za pomocą gwoździ, które dobrze pogłębiamy, gdyż łby gwoździ muszą być od wewnętrznej strony szalowania, zachodzi więc obawa, żeby nie wiązały w betonem, utrudniając w następstwie rozszalowanie słupa.



Rys.7

Wykonywanie okienka w dole słupa dla oczyszczenia z ewentualnych zaśmieceń w tego rodzaju słupach jest utrudnione, gdyż chodzi tu o uzyskanie okrągłej powierzchni /Rys.Nr.7/.

W tych wypadkach postępujemy w ten sposób, że najpierw mocujemy połowę szalowania, a po dokonaniu wszystkich czynności, jak oczyszczenie spodu słupa, powiązanie zbrojenia, umiejscowienie go, wykończenie szalowania stropu i belek nad słupem, umocowujemy ostatecznie drugą połowę szalowania i przystępujemy do zabetonowania słupa.

Szalowanie belek i podciągów.

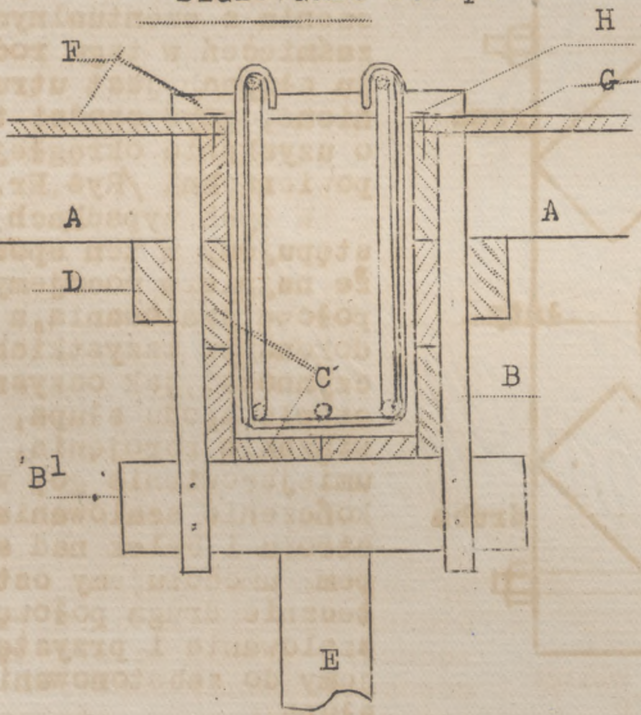
Szalowanie belek i podciągów wykonujemy z desek grubości 40 do 44 mm, Z desek tych zbijamy blaty/C/,-w tym wypadku są to boki i spody belek- podobnie jak to było dla słupów z tym, że nakładki /B/ wykonujemy dłuższe i nie z desek, a z grubych łat t.zw. "lamburd", o przekroju 8 x 8 cm lub 6 x 6 cm, w zależności od wielkości przekroju belki /Rys.Nr.8/.

Do przedłużonych łat /lamburd/ poprzecznych przybijamy deski zwykłe /B/, tworząc w ten sposób ramę dolną dla szalowania belki która przeciwdziała rozpieraniu szalowania przez beton i ubijaniu go. Rama jest tak przybita do wystających lamburd, że jednocześnie podtrzymuje spód szalowania przeciwko wybrzuszeniu pod ciężarem betonu.

Górna część bocznych ścian /blatów/ szalowania mocowana jest za pomocą poprzecznych nakładek "F", które, po zabetonowaniu belki do spodu stropu /do powierzchni górnej szalowania stropu/ i po odczekaniu pewnego czasu, usuwamy celem ukończenia betonowania dalszej części belki. co zazwyczaj ma miejsce z ukończeniem betonowania stropu.

Nakładki górne "F" służą do przeciwdziałania rozparciu ścianek szalowania w górze belki pod wpływem ciężaru betonu. Rygi "A" i "D" wykonane są z desek grubości 4 cm i bali, a służą one do podtrzymania ciężaru stropu na czas betonowania oraz przez odpowiednie mocowanie ich przeciwdziałają rozpieraniu ścian bocznych szalowania belki pod wpływem parcia betonu podczas ubijania go.

Szalowanie stropu



Rys.8

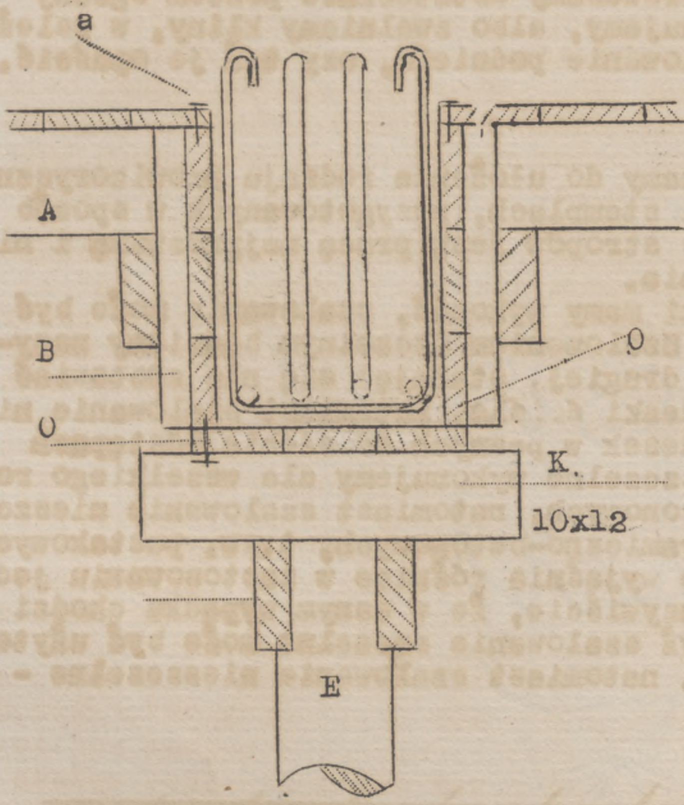
Wreszcie całość szalowania belki podpieramy od spodu za pomocą stempli, zazwyczaj okrąglaków. Często zamiast poprzeczek "F", przybijamy blat belki do szalowania stropu "G" gwoździami w punkcie "H", pozbywając się w ten sposób poprzeczek "F". /Rys.8/.

Sposób ten jest możliwy, gdy belka nie jest wyższa od powierzchni ogólnej stropu; oczywiście, że rozszalowywanie tak wyszalowanej belki jest trudniejsze i zniszczenie materiału większe, zarazem konstrukcja mniej pewna.

Rzozumiałem jest, że różnych drobnych sposobów rozwiązań i stosowanych powszechnie w budownictwie jest cała moc, jednak nie będziemy ich tu omawiać, podając tylko zasadnicze cechy i własności, którym musi odpowiadać dobre szalowanie.

Rysunek Nr.9 przedstawia nam jedną z takich odmian szalowania belki, gdzie nie mamy zupełnie ram. Blat spodu belki jest szerszy i obejmuje grubość desek na bokach szalowania. Blaty te zbijamy gwoździami w punkcie O, następnie co 60 do 80 cm podkładamy na dno szalowania kawałek legarka o wymiarze 10 x 12 cm i podpieramy to rygami A, umocowanymi na stemplu E.

Podobnie mocujemy boki szalowania belki do szalowania stropu w punktach 0^1, unikając w ten sposób górnych nakładek poprzecznych, co daje nam łatwość operowania zbrojeniem układanym w szalowanie.



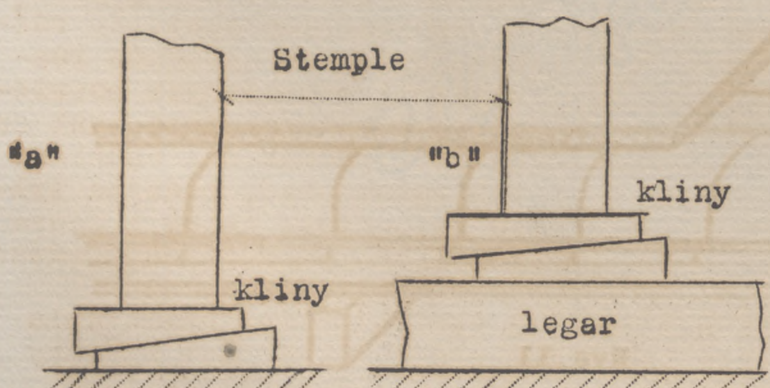
Rys.9

Mocowanie stempli.

Rysunek Nr.10 przedstawia nam dwa zasadnicze sposoby mocowania stempli w dole. Zasadniczo nigdy nie mocujemy stempli w dole /w górze są one umocowane, jak to opiszemy dalej/, są one tylko podklinowane. Klinowanie stempli daje możność regulowania poziomu ogólnego szalowania oraz ułatwia pracę przy rozszalowaniu.

W zależności od gęstości słupów stosujemy sposób "a" lub "b". Różnią się one między sobą tym, że stemplowanie na legarach "b" rozkłada ciężar stropu bardziej równomiernie. Ma to ważne znaczenie jeśli chodzi o podkład, na którym stawiamy szalowanie, ustawianie bowiem szalowania na ziemi bezpośrednio może nam dać takie zjawisko, że wskutek elastyczności tego podkładu, stemple "osiądą" pod ciężarem betonu, dając wybrzuszenie belki lub całego stropu. Legary mają więc znaczenie wzmacniając podłoże, na którym mamy stawiać nasze szalowanie.

Często zamiast legarów używamy desek, jeśli wznoszone szalowanie ustawiamy na stosunkowo młodym stropie i zachodzi obawa, że ciężar nowobetonowanej konstrukcji, cisnąc na stemple, mógłby uszkodzić wykonany już strop. Oczywiście, że deski w tym wypadku spełniają rolę legarów w wypadku wyżej wspomnianym.



Rys.10

Po ustawieniu stempli i po połączeniu ich w górze "rygami" i po prowizorycznym podklinowaniu, łączymy je między sobą, podobnie jak przy szalowaniu słupów, za pomocą desek grubości 30 mm skośnie przybijanych. Deski te mają za zadanie utrzymanie w równowadze wszystkich stempli i usztywnienie ich.

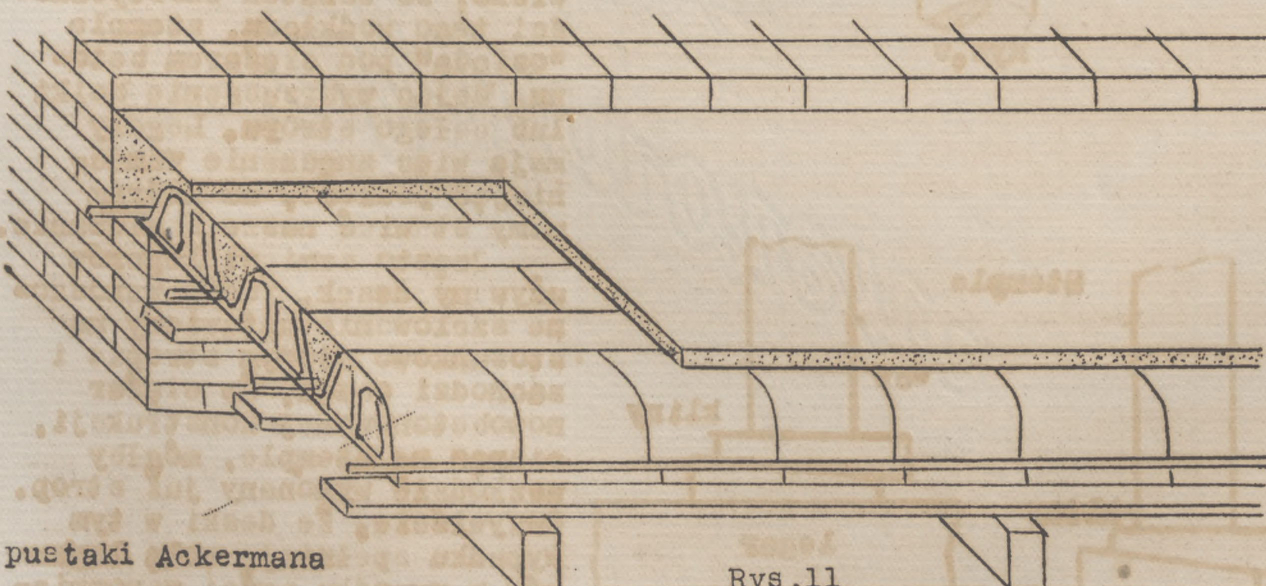
Po wykonaniu tej pracy, sprawdzamy ostatecznie poziom ogólny szalowania i albo mocniej klinujemy, albo zwalniamy kliny, w zależności od tego, czy chcemy szalowanie podnieść, czy też je opuścić.

Szalowanie stropów.

Szalowanie stropów spowadzamy do ułożenia rodzaju prowizorycznej podłogi, mocowanej na rygach i stemplach, przygotowanych w sposób wyżej opisany; szalowanie więc stropów jest pracą najprostszą i nie wymagającą specjalnego omówienia.

W zależności od stropu jaki mamy wykonać, szalowanie może być "szczelne" lub "nieszczelne". Szalowaniem szczelnym będziemy nazywać ułożenie desek jedna obok drugiej, starając się nie zostawiać szpar, jednym słowem układać deski ściśle. Natomiast szalowanie nieszczelne polega na układaniu desek w pewnych od siebie odstępach zgóry ustalonych. Szalowanie szczelne wykonujemy dla wszelkiego roszaju płyt i stropów żelazobetonowych, natomiast szalowanie nieszczelne - dla wszelkich stropów ceramiczno-betonowych, t.zw. pustakowych.

Rysunek Nr.11 dostatecznie wyjaśnia różnice w zastosowaniu jednego i drugiego szalowania. Oczywiście, że w danym wypadku chodzi o oszczędność w materiale, gdyż szalowanie szczelne może być użyte do wszelkiego rodzaju stropów, natomiast szalowanie nieszczelne - tylko do pewnych typów.



pustaki Ackermana

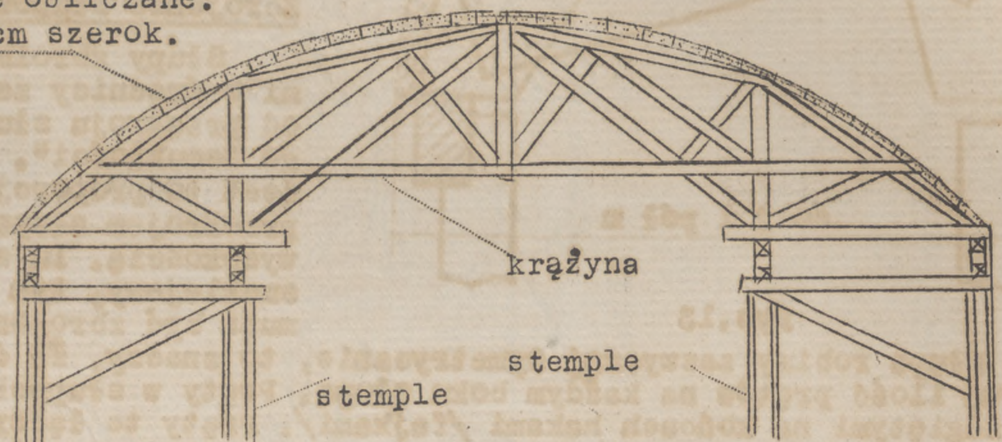
Rys.11

Na zakończenie nadmieniamy, że dobrze skonstruowana szalowanie umożliwia kilkakrotne użycie materiału drzewnego. W obliczeniach

kalkulacyjnych przyjmujemy, że materiał jest użyty dwa, maximum trzykrotnie. Duże przedsiębiorstwa obliczać mogą sześciokrotne użycie materiału, odliczając oczywiście pewien procent na każdorazowe zniszczenie.

Szalowanie sklepień.

Szalowanie sklepień i łuków powinno być wykonane ze specjalną starannością, biorąc pod uwagę, że musi ono wytrzymać bardzo duże obciążenie, zanim konstrukcja na nim budowana zacznie sama pracować. Szalowanie sklepień o większych rozpiętościach musi być specjalnie obliczane.



Rys.12

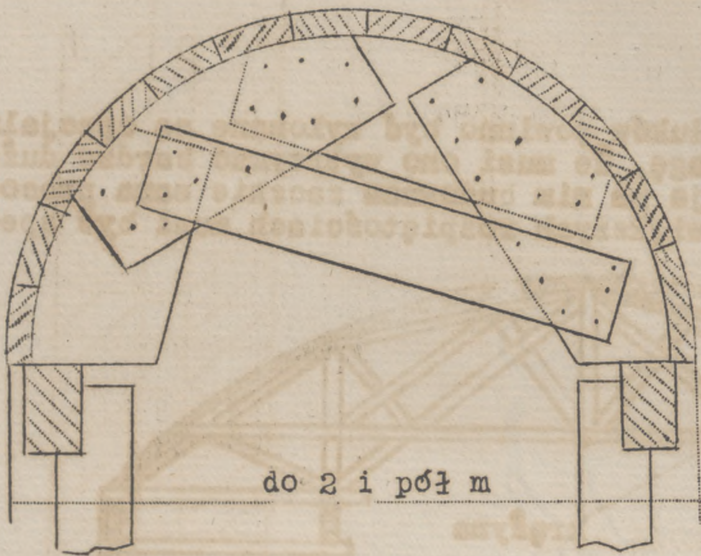
Rysunek Nr.12 podaje nam typową konstrukcję szalowania dla łuku o znacznej rozpiętości /ponad 6 m/. Należy zwrócić uwagę, że delem uzyskania żądanej okrągłości sklepienia mocujemy odpowiednie "krążyny", na których dopiero układamy deski. W zależności od promienia łuku dajemy deski odpowiedniej szerokości, a nawet łaty. Im deski będą węższe, tym krzywizna łuku /sklepienia/ będzie dokładniejsza. Przy małych łukach układamy szalowanie bezpośrednio na krążynach, które same dźwigają całość szalowania i układamy na nim materiał.

Rysunek Nr.13 przedstawia nam typową "krążynę". Na krążyny używamy deski "półtorówki",/40 mm/. Deski te są zbijane za pomocą gwoździ a następnie wycinamy w nich po zewnętrznej części potrzebny nam łuk. Materiał użyty na krążyny należy uważać za zniszczony.

Uzbrojenie.

Żelazo używane do uzbrojenia konstrukcji żelazobetonowych, nazywamy "zbrojeniem". W zależności od rodzaju konstrukcji /słup,belka, strop, sklepienie/, przygotowujemy odpowiednio wygięte zbrojenie, które ma za zadanie znosić różne siły rozciągające i zginające, występujące w konstrukcji żelazobetonowej. Oczywistym jest, że ilość żelaza i jakość uzbrojenia jest ściśle obliczona za pomocą

specjalnych wzorów drogą tak zwanych "obliczeń statycznych". W ramach naszego kursu nie możemy się zajmować sposobami obliczeń,gdyż objętość naszego programu wzrosłaby zbyt wydatnie. Naszym więc celem będzie poznanie jak i na jakie siły pracuje żelazo w żelbecie, a jego obliczenie pozostawiamy statykom i inżynierom.



Rys.13

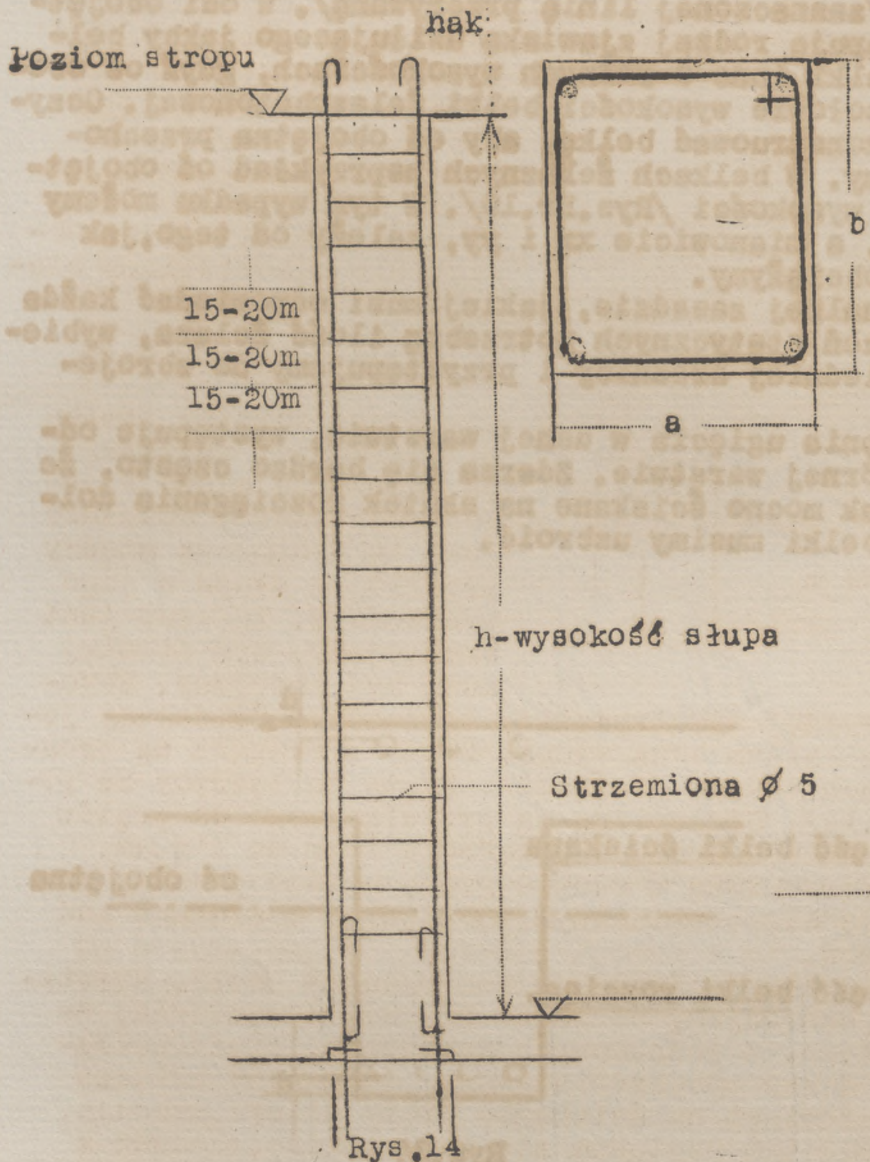
Zbrojenie słupów.

Słupy zbroimy prętami o średnicy zależnej od przekroju słupa i jego "smukłości". Smukłość jest to proporcja między przekrojem słupa a jego wysokością. Im słup jest smuklejszy, tym silniej musi być zbrojony. Zbrojenie słupa robimy zazwyczaj symetrycznie, to znaczy, że dajemy jednakową ilość prętów na każdym boku słupa. Pręty w słupach są proste z zagiętymi na końcach hakami /fajkami/. Pręty te łączymy za pomocą strzemion /Rys.Nr.14/. Strzemiona są przywiązywane do prętów żelaznych za pomocą cienkiego drutu o przekroju 1 mm do 1'5 mm, specjalnie miękkiego. Strzemiona w słupie grają bardzo poważną rolę, gdyż przeciwstawiają się ewentualnym pęknięciom w słupach pod wpływem sił wybaczających.

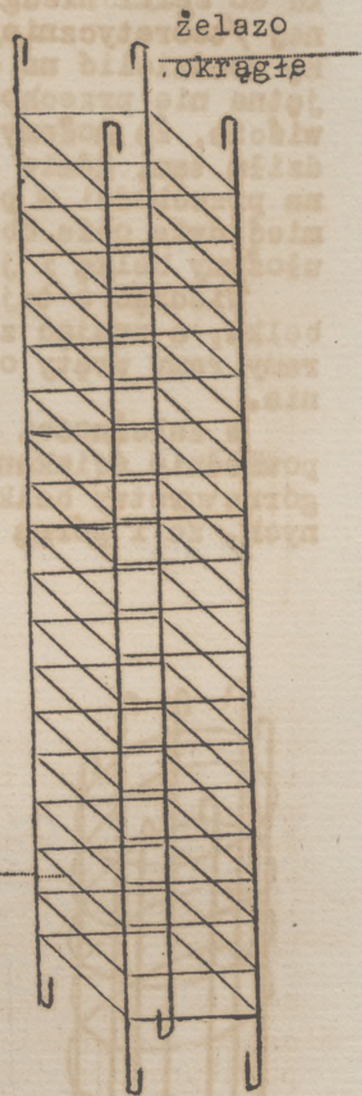
Całkowite zbrojenie słupa ilustruje nam rysunek Nr.15. Rozstawienie strzemion w słupach dajemy co 15 do 20 cm, równomiernie na całej wysokości słupa,t.zn. w jednakowych odstępach. Pręty w słupach pracują jedynie podczas wyboczenia słupa, to znaczy zgięcia pod wpływem ciężaru. Natomiast na ściskanie pręty te nie pracują, a wytrzymałość betonu pod tym względem nie zmienia się. Jednak z uwagi na to, że słup pod wpływem sił na niego działających ulega wyboczeniu /zgięciu/, musimy go zawsze należycie uzbroić.

Czasem, a zdarza się to przy słupach okrągłych,silnie obciążonych i o dużej smukłości, otrzymujemy duże wyboczenie słupa, wówczas stosujemy specjalne uzbrojenie. Taka konstrukcja nazywa się "betonem uzwojonym".

System ten polega na tym, że wszystkie pręty są oplecione /uzwojone/ jednym długim strzemieniem w kształcie śrubowym /Rys.Nr.16/. Uzbrojenie takie daje bardzo wielką siłę słupowi i pozwala mu pracować we wszystkich kierunkach.na wyboczenie, powstające pod działaniem sił pionowych. Słupy tak uzbrojone nazywamy słupami uzwojonymi.



Rys.14



Rys.15

Zbrojenie belek.

Zbrojenie belek odbywa się w sposób nieco odmienny, gdyż pracują one pod wpływem różnorodnych sił, wówczas gdy słupy pracują w zasadzie na obciążenie pionowe. Rozpatrzmy zasadniczy typ belki /Rys. Nr.17/ i rodzaj uzbrojenia, jakie w niej stosujemy oraz jakim siłom musi się przeciwstawić.

Przede wszystkim musimy sobie zdać sprawę, że każda belka ugina się pod wpływem sił na nią działających /Rys.Nr.17/, dając w rezultacie rozciąganie w pasie dolnym, a ściskanie w pasie górnym. Na granicy, gdzie teoretycznie oba te pasy dotykają się, przechodzi tak zwana oś obojętna belki. Bardziej obrazowo to zjawisko przedstawia nam rysunek Nr.18, na którym widzimy przesadnie narysowaną belkę ugiętą pod obciążeniem /naznaczone na rysunku linią pełną/ w stosun-

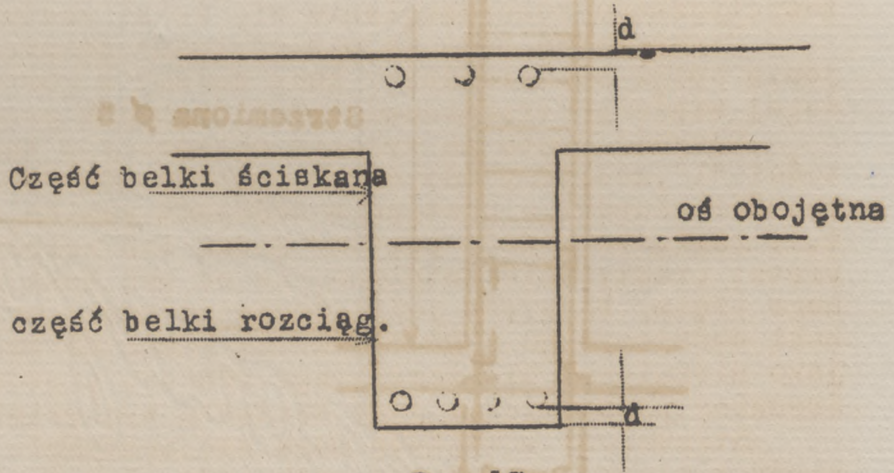
ku do belki nieugiętej /zaznaczonej linię przerywaną/. W osi obojętnej /teoretycznie/ następuje rodzaj zjawiska usiłującego jakby belkę rozdzielić na dwie belki inne o różnych wysokościach, gdyż oś obojętna nie przechodzi w połowie wysokości belki żelazobetonowej. Oczywiście, że możemy tak skonstruować belkę, aby oś obojętna przechodziła tam, gdzie zechcemy. W belkach żelaznych naprzykład oś obojętna przechodzi w połowie wysokości /Rys.Nr.19/. W tym wypadku możemy mieć dwie osie obojętne, a mianowicie xx i yy, zależy od tego, jak ułożymy belkę i jak ją obciążymy.

Wiedząc o tej kardynalnej zasadzie, jakiej musi odpowiadać każda belka, a znając z obliczeń statycznych potrzebną ilość żelaza, wybieramy ramy pręty o odpowiedniej średnicy i przystępujemy do zbrojenia.

W zależności od stopnia ugięcia w danej warstwie, występuje odpowiednie ściskanie w górnej warstwie. Zdarza się bardzo często, że górne warstwy belki są tak mocno ściskane na skutek rozciągania dolnych, że i górną część belki musimy uzbroić.



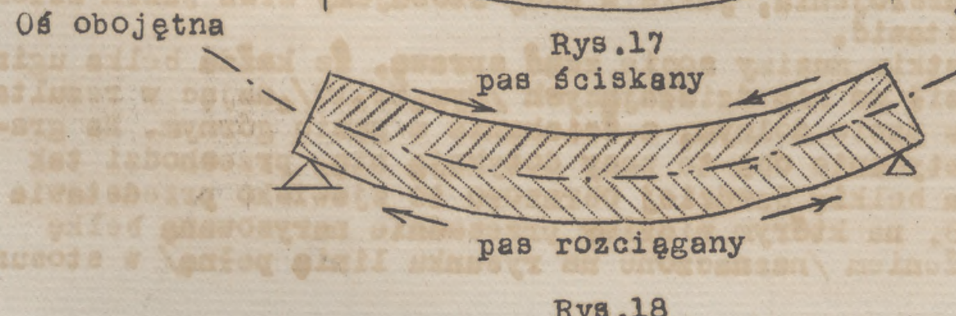
Rys.16



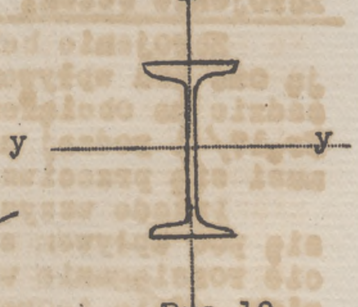
Rys.17



Rys.17



Rys.18



Rys.19

Przekrój belki /Rys.Nr.17/ żelazobetonowej w formie litery T jest takim właśnie przykładem uzbrojenia przeciwstawiającym się omawianym zjawiskom, występującym pod działaniem sił obciążających.

Pręty w dolnym pasie będą rozciągane w myśl przytoczonych wyżej wywodów. Zbroimy więc belkę prętami prostymi w pasie dolnym, odginając część prętów do pasa górnego, żeby się przeciwstawić siłom ścinającym, występującym przy oporach, zazwyczaj na odległości równającej się 1/5 rozpiętości belki "l".

Na rysunku Nr.20 mamy pokazany sposób zbrojenia belki. Byłby on zbyt mało czytelny i niedostatecznie pokazywałby kształt, w jaki ma być wygięty poszczególny pręt, bez wykazu żelaza zbrojeniowego. Dlatego pod każdym rysunkiem ogólnym zbrojenia belki wykonujemy wykaz żelaza zbrojeniowego. Polega to na tym, że poszczególne pręty rysujemy osobno i numerujemy je liczbami kolejnymi, podając jednocześnie długość i średnicę pręta. Rysunek Nr.20 jest takim właśnie przykładem, który pokazuje jak należy zbroić przeciętną belkę żelazobetonową oraz jak uwidocznić na odpowiednich wykazach kształt i długość pręta.

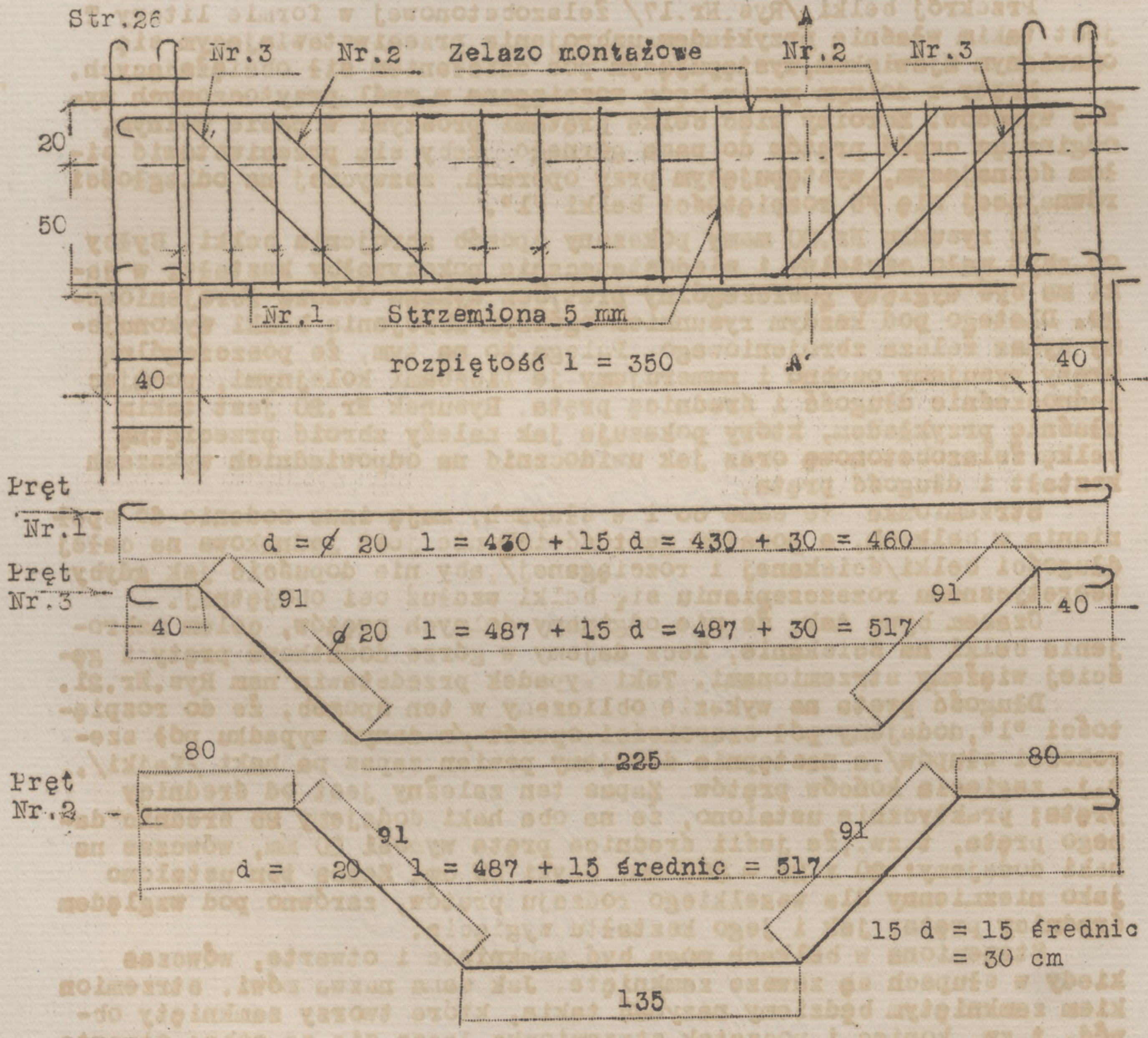
Strzemionka, te same co i w słupach, mają inne zadanie do spełnienia w belkach, a pozatem gęstość ich nie jest jednakowa na całej długości belki/ściskanej i rozciąganej/, aby nie dopuścić jak gdyby teoretycznemu rozszczepianiu się belki wzdłuż osi obojętnej.

Czasem bywa tak, że nie odginamy dolnych prętów, celem uzbrojenia belki na ściskanie, lecz dajemy w górze dodatkowe pręty i gęściej wiążemy strzemionami. Taki wypadek przedstawia nam Rys.Nr.21.

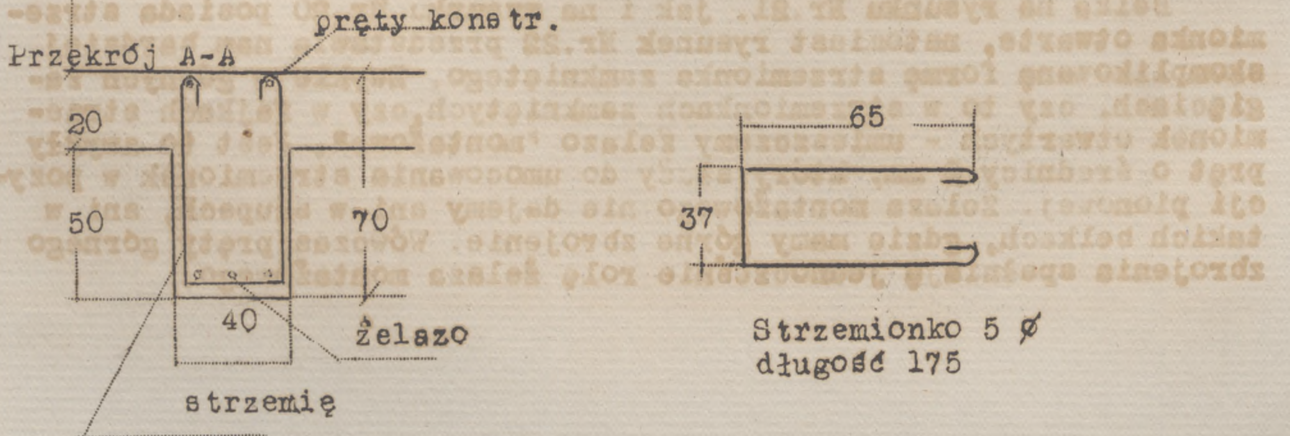
Długość pręta na wykazie obliczamy w ten sposób, że do rozpiętości "l", dodajemy pół szerokości oporów /w danym wypadku pół szerokości słupów/, a następnie dodajemy pewien zapas na haki /fajki/, t.j. zagięcia końców prętów. Zapas ten zależny jest od średnicy pręta; praktycznie ustalono, że na oba haki dodajemy 25 średnic danego pręta, t.zw., że jeśli średnica pręta wynosi 20 mm, wówczas na haki dodajemy: 20 x 25 = 500 mm, czyli 50 cm. Zapas ten ustalono jako niezmienny dla wszelkiego rodzaju prętów, zarówno pod względem średnicy pręta, jak i jego kształtu wygięcia.

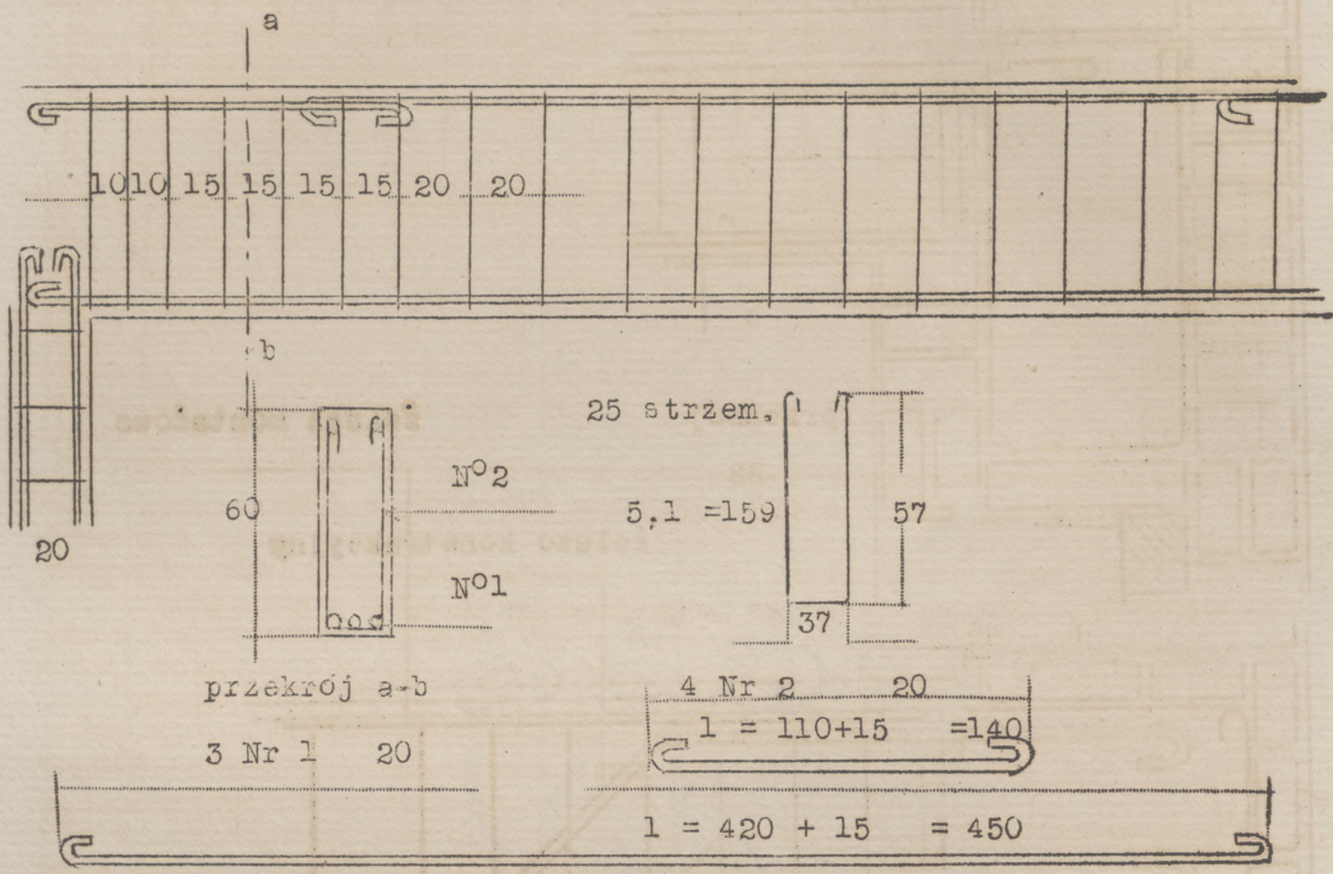
Strzemiona w belkach mogą być zamknięte i otwarte, wówczas kiedy w słupach są zawsze zamknięte. Jak sama nazwa mówi, strzemionkiem zamkniętym będziemy nazywać takie, które tworzy zamknięty obwód, t.zw. koniec i początek strzemionka łączą się ze sobą; otwarte są natomiast takie, którym brak jednego boku, najczęściej tworzą one formę litery "U".

Belka na rysunku Nr.21, jak i na rysunku Nr.20 posiada strzemionka otwarte, natomiast rysunek Nr.22 przedstawia nam bardziej skomplikowaną formę strzemionka zamkniętego. Zwykle w górnych zagięciach, czy to w strzemionkach zamkniętych, czy w fajkach strzemionek otwartych - umieszczamy żelazo "montażowe". Jest to zwykły pręt o średnicy 5 mm, który służy do umocowania strzemionek w pozycji pionowej. Żelaza montażowego nie dajemy ani w słupach, ani w takich belkach, gdzie mamy górne zbrojenie. Wówczas pręty górnego zbrojenia spełniają jednocześnie rolę żelaza montażowego.

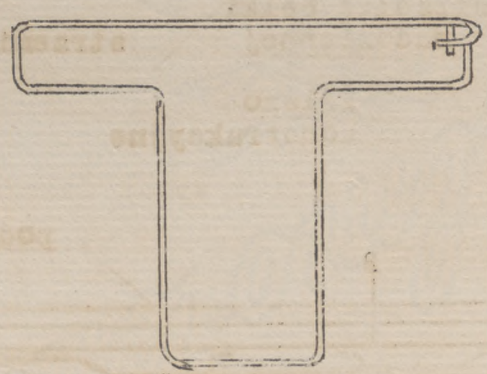


Rys.20 /zbrojenie belki i wykaz żelaza.

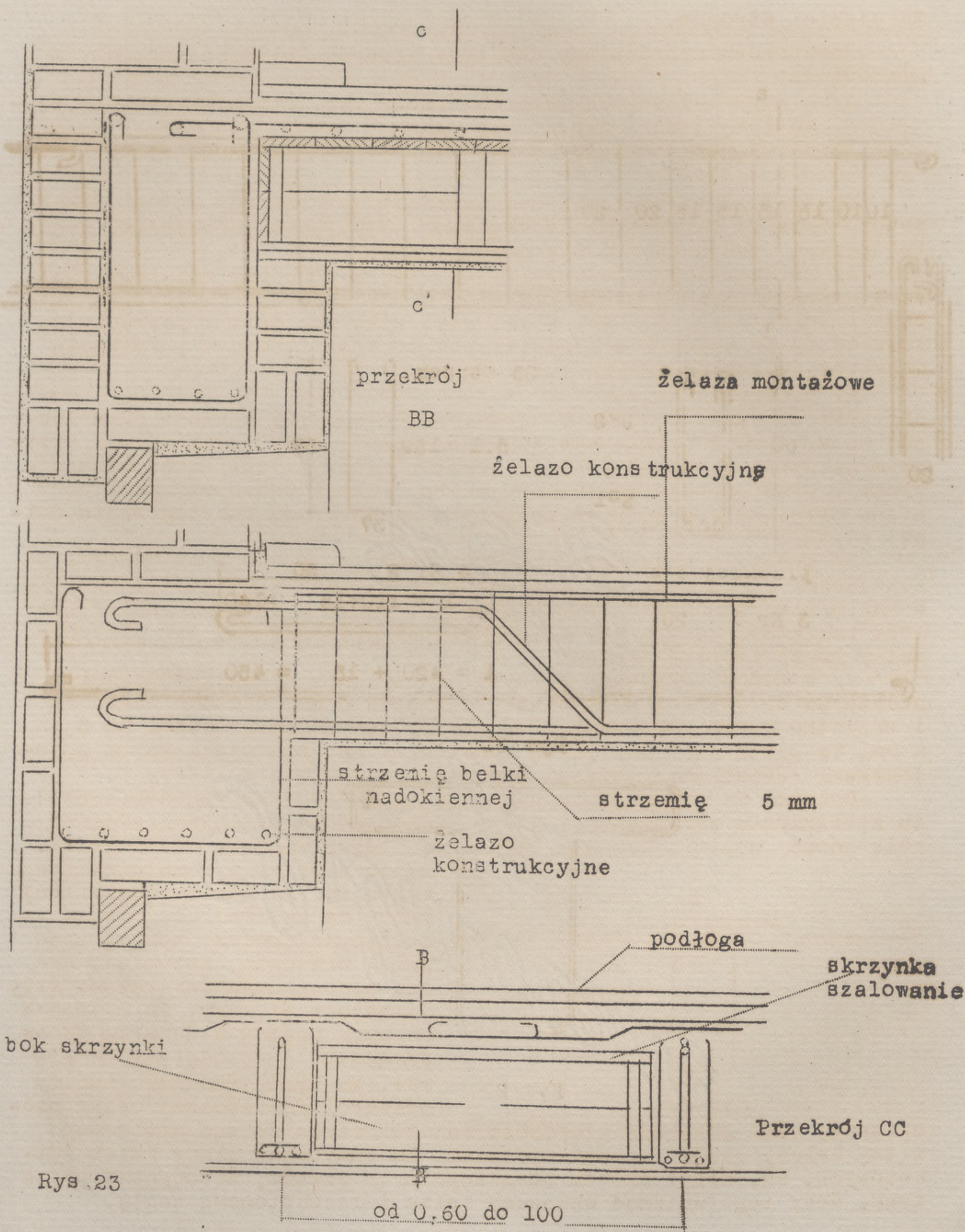



a
10 10 15 15 15 15 20 20
b
20
60
N°2
N°1
przekrój a-b
25 strzem.
5.1 =159
57
37
4 Nr 2 20
l = 110+15 =140
3 Nr 1 20
l = 420 + 15 = 450

Rys.21



Rys.22


c
c'
przekrój
BB
żelaza montażowe
żelazo konstrukcyjne
strzemię belki
nadokiennej
strzemię 5 mm
żelazo
konstrukcyjne
podłoga
B
skrzynka
szalowanie
bok skrzynki
Przekrój CC
od 0,60 do 100

Rys 23

Zbrojenie stropów.

Zasadniczo rozróżniamy dwa typy stropów żelazobetonowych, a mianowicie:

1/ stropy całkowicie żelazobetonowe /np. strop skrzynkowy, płyta żelbetowa i t.p./;

2/ strop żelbetowy-pustakowy /np. strop Akerlana, strop Polonia i t.p.

Rysunek 23 przedstawia nam szczegółowy przekrój stropu żelbetowego wraz ze wszystkimi szczegółami dotyczącymi zbrojenia. Budowa takiego stropu odbywa się następująco:

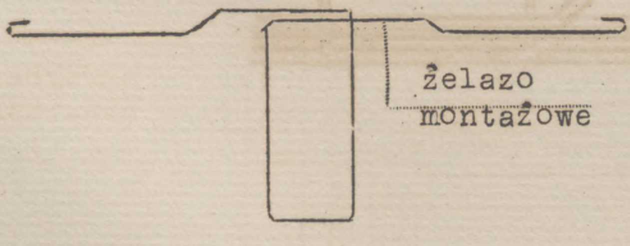
1/ na szczelnym szalowaniu szalowaniu układamy najpierw siatkę o okach 15 x 15 z drutu średnicy 5 mm, będącego zbrojeniem dla płytki żelbetowej grubości 4 cm. Płytka ta nie jest konstrukcyjną, lecz służy do uzyskania gładkiej powierzchni stropu i przykrycia beleczek żelazobetonowych t.zw. żeber.

2/ następnie układamy w odstępach osiowych /od 0,60 do 0,80/ skrzynki drewniane zbite z cieńkich desek /trzy czwarte cala lub pół cala/ albo z dranic - skąd inna nazwa - strop dranicowy/. Przyczym skrzynki układamy albo po zabetonowaniu płytki czterocentymetrowej, albo przed jej zabetonowaniem, lecz wówczas skrzynki drewniane układamy bez górnych przykryw, aż do czasu zabetonowania dolnej płytki;

3/ wreszcie układamy zbrojenie żeberek, które w zależności od kolejności robót mogą być montowane na miejscu albo gdzieś na boku, a następnie wkładane są w puste przestrzenie międzyskrzynkowe. Należy pamiętać, żeby pręty dolnej siatki opierały się lub przechodziły przez żeberka stropu;

4/ w końcu zakrywamy skrzynki i zabijamy kilku gwoździami, układając na całości nową siatkę z prętów 5 mm, o okach 15-20 cm i wszystko razem pokrywamy nową płytą, tym razem grubości od 5 do 8 cm. Ta płyta jest już płytą konstrukcyjną, pracującą razem z beleczkami /żeberkami/, tworząc typ belki w kształcie litery T.

Rysunek 24 przedstawia nam ponadto szczególny wypadek kształtu strzemionka zamkniętego, które jednocześnie spełnia częściowo rolę górnej siatki. Kształt tego strzemionka pokazuje nam rys.24.



Rys.24

Nadto widzimy wyraźnie na rysunku 25, że strzemiona bliżej opory są gęściej ułożone, a im bliżej do środka, tym są rzadziej układane. Natomiast celem wzmocnienia żeberek na siły ścinające widzimy, że z trzech dolnych prętów w żeberku jeden, środkowy, jest odgięty ku górze. Na tymże rysunku widzimy przekrój poprzecznej belki nadokiennej oraz pokazaną głębokość zakotwiczenia żelaza stropowego w tej belce. Bardzo często spotykamy na budynkach ślady belek żelbetowych, ba, nawet czasem poszczególnych prętów, widocznych przez tynk. żeby tego uniknąć okładamy belkę żelazobetonową cegłą.

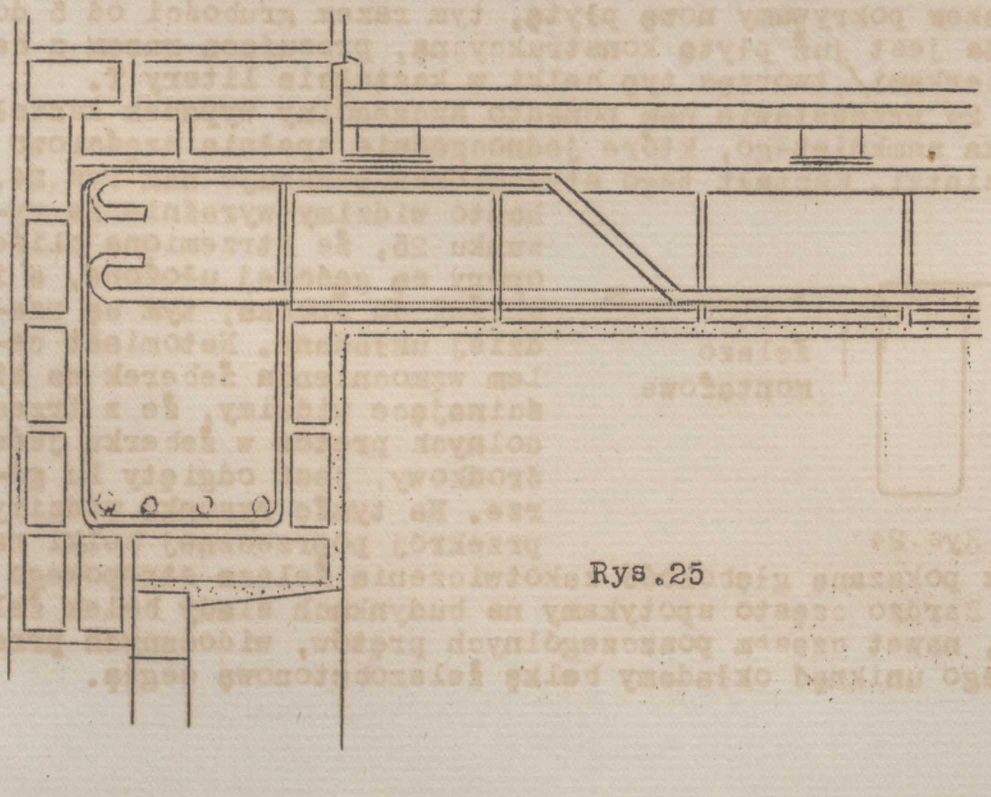
Cel tego okładania jest następujący. Żelazobeton jako materiał jest lepszym przewodnikiem ciepła niż cegła, wskutek tego łatwiej przepuszcza przez siebie ciepło, a więc w zimie, mówiąc pospolicie, łatwiej przemarza. Wiemy już, przy omawianiu stropów polonia, że części zimniejsze łatwiej zatrzymują na sobie drobne pyłki kurzu, niż części cieplejsze, tworząc widoczne ślady w postaci smug. To samo zjawisko następuje przy belkach żelazobetonowych nie izolowanych cegłą. Takie zaizolowanie belki mamy pokazane na rysunku 23.

Rysunki 25 i 26 przedstawiają nam uzbrojenie stropu żelbetowo-ceramicznego; albo żelbetowo-pustakowego. Jak już wiemy z poprzednich rozdziałów, stropy takie układamy na szalowaniu nieszczelnym. Zbrojenie natomiast takich stropów wykonujemy następująco:

1/ najpierw na szalowaniu układamy pustaki ceglane /Akermana, cegła dziurawka, Westphala, pustaki częstochowskie i t.p.;/odstępy między pustakami są zwykle około 4 cm . Między pustakami Akermana nie zostawiamy wcale odstępów, układając je ściśle, gdyż sama forma pustaków zapewnia wolną przestrzeń dla wprowadzenia uzbrojenia.

2/ między ułożone pustaki w każdą warstwę układamy pręty żelazne, które w zależności od obliczeń i obciążeń stropu, odginane są na siły tnące w jednym końcu lub też nie. Zazwyczaj pręty te odginamy w jednym końcu i układamy na zmianę: raz koniec odgięty po lewej stronie, a następny raz po prawej stronie oporu stropu.

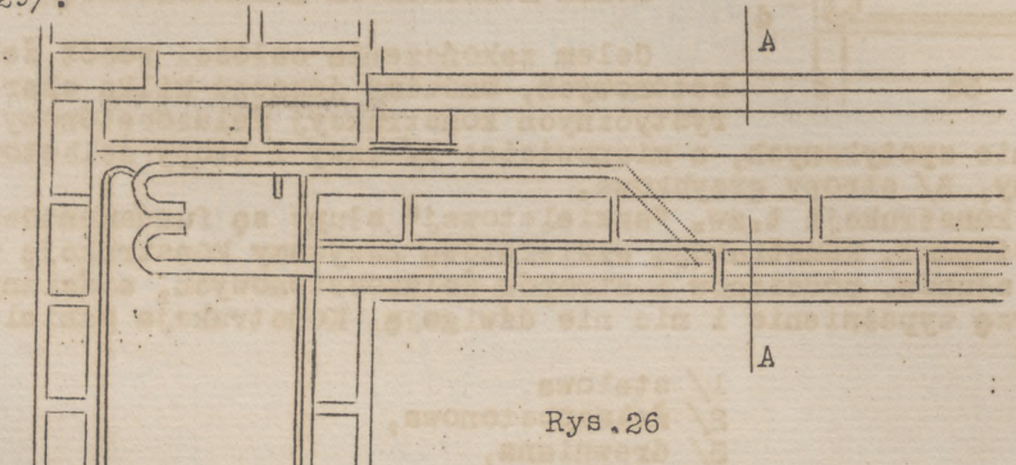
3/ Tak uzbrojony strop zalewamy betonem. Dla zapewnienia sobie oblania betonem prętów, układanych między pustakami, ze wszystkich stron podwieszamy je na specjalnych strzemionach, których kształt pokazuje nam rys.26. Jest to kawałek pręta 5 mm, wygiętego w kształcie litery "U" z odgiętymi końcami celem zawieszenia ich na pustakach. Strzemion tych dajemy 2-3 na pręt, zależnie od długości prętu.



Rys.25

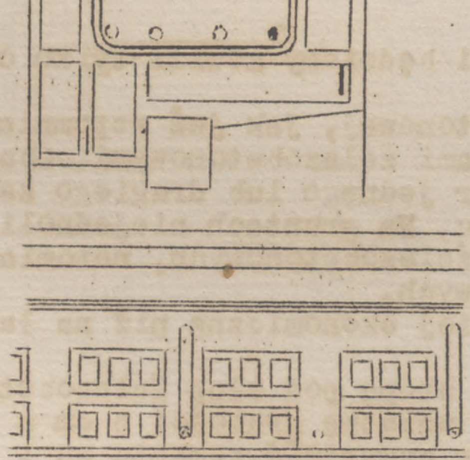
Czasem bywa, że strop ma bardzo dużą rozpiętość i jest silnie obciążony, wówczas odgięcie prętów na siły tnące - zazwyczaj nie wystarcza. W danych wypadkach dodajemy górą kawałki prętów tej samej średnicy co dołem, łącząc je za pomocą strzemionek co 10 cm, rozstawionych. /Rys.28/. Długość sięga na głębokość równą jednej piątej rozpiętości. Pręty takie dajemy po obu końcach żebra stropowego.

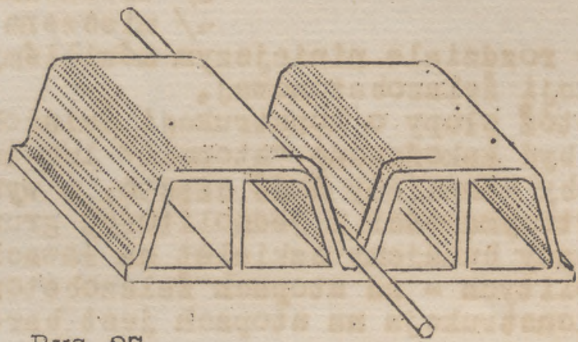
Na zakończenie należy pamiętać, że wysokości belek, przekroje słupów i wysokość stropów, które pracują - równają się zawsze wymiarom zawartym między osiami uzbrojenia. Naprzykład: wymiar słupa pracującego przy wymiarze ogólnym 41 x 41 cm jest 35 x 35 cm /patrz rys.29/.



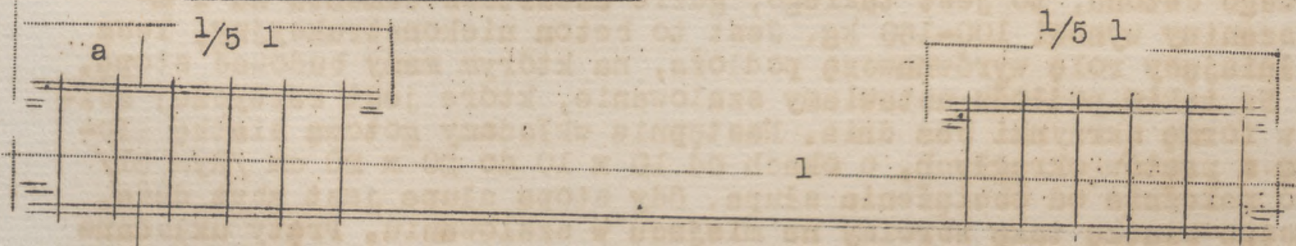
Rys.26

Przekrój AA





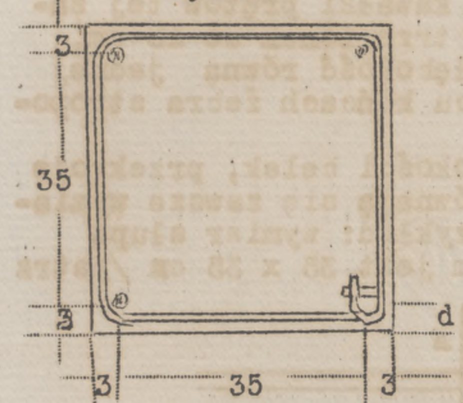
Rys.27



Rys.28

Na rysunku 17 mamy pokazaną belkę o wysokości "h". Otóż wysokość belki "h" jest to wysokość, która pracuje, to znaczy dźwiga ciężar na niej nałożony, natomiast wysokość h + 2d jest wysokością faktyczną belki, tak jak szerokością słupa będzie a + 2d, to jest 41 cm.

Rys.29



Wymiar "d" jest jednakowy dla wszelkiego rodzaju konstrukcji i waha się od 2 do 3 cm, a to zależnie od średnicy pręta. Im pręt jest grubszy, tym wymiar "d" zbliża się do trzech, zaś im pręt jest cieńszy - do dwóch centymatrów.

ROZNE KONSTRUKCJE ZELAZOBETONOWE

Celem zakończenia całości robót żelazobetonowych, omówimy jeszcze kilka charakterystycznych konstrukcyj żelazobetonowych powszechnie spotykanych, a mianowicie: 1/ ławy i stopy żelbetowe, 2/ balkony, 3/ stropy grzybkowe.

Przy konstrukcji t.zw. "szkieletowej" słupy są fundamentowane w ziemi stopami. Konstrukcją szkieletową nazywamy konstrukcję utworzoną ze słupów, podciągów i stropów żelazobetonowych, a ściany w niej tworzą wypełnienie i nic nie dźwigają. Konstrukcja szkieletowa może być:

1/ stalowa,
2/ żelazobetonowa,
3/ drewniana,
4/ mieszana.

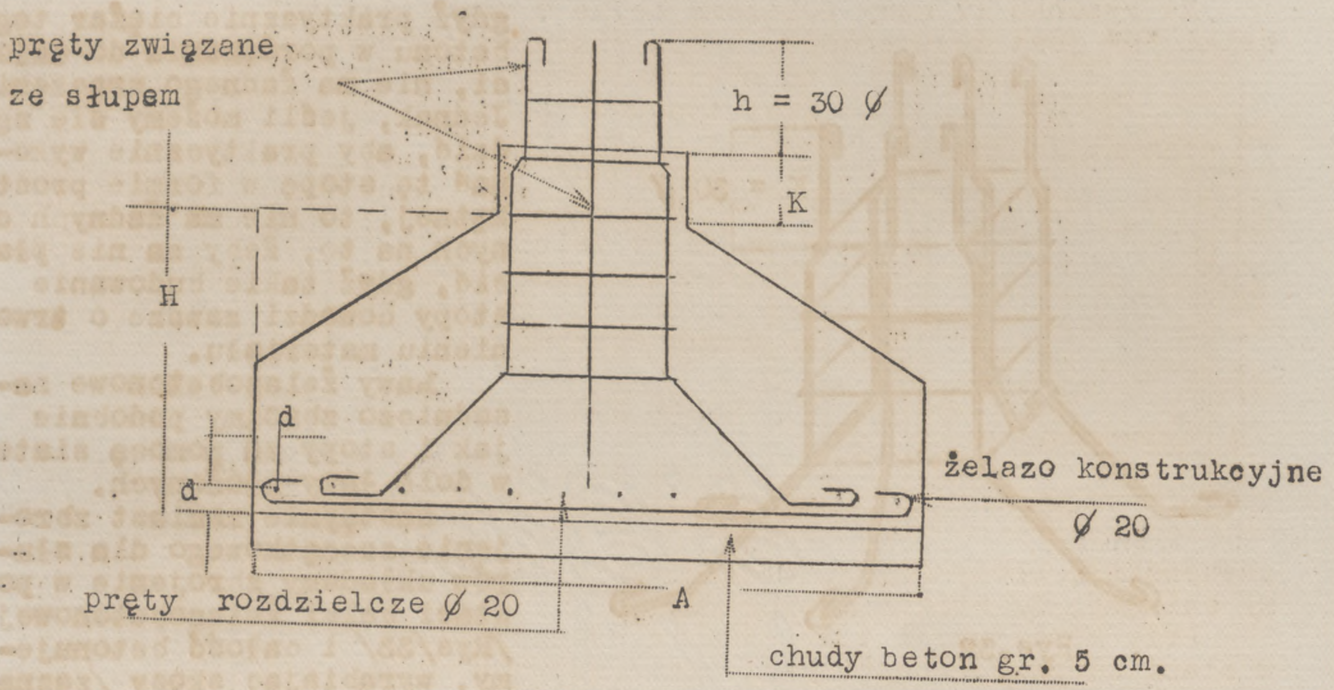
W rozdziale niniejszym mówiliśmy i będziemy mówili tylko o konstrukcji żelazobetonowej.

Otóż słupy o konstrukcji żelazobetonowej, jak już wspomnieliśmy, mogą być zakończone "stopami" lub ławami żelazobetonowymi. Oba te sposoby stosujemy dość często, a wybór jednego lub drugiego zależy od wytrzymałości i jednolitości gruntu. Na gruntach niejednolitych z zasady budujemy szkielet na ławach żelazobetonowych, natomiast na jednolitych - na stopach żelazobetonowych.

Konstrukcja na stopach jest bardziej ekonomiczna niż na ławach żelazobetonowych.

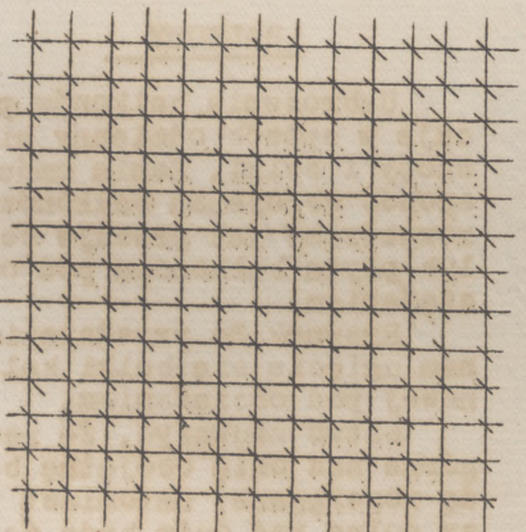
Rysunek 30 przedstawia nam typową stopę pod słup żelazobetonowy. Po wykonaniu wykopu najpierw układamy warstwę grubości 5 cm z t.zw. chudego betonu, to jest takiego, gdzie zawartość cementu na 1 m^3 mięszaniny wynosi 100-150 kg. Jest to beton niekonstrukcyjny, lecz wpełniający rolę wyrównawczą podłoża, na którym mamy budować stopę.

Na takim podłożu ustawiamy szalowanie, które jest zazwyczaj zbite w formę skrzynki bez dnia. Następnie wkładamy gotową siatkę złożoną z prętów okrągłych, o okach od 10 x 10 do 20 x 20 cm /Rys.31/ a to zależnie od obciążenia słupa. Gdy stopa słupa jest zbyt duża, wówczas siatkę taką zbroimy na miejscu w szalowaniu. Pręty układane poprzecznie jedne na drugich muszą być między sobą wiązane, jak to nam pokazuje Rys.31.



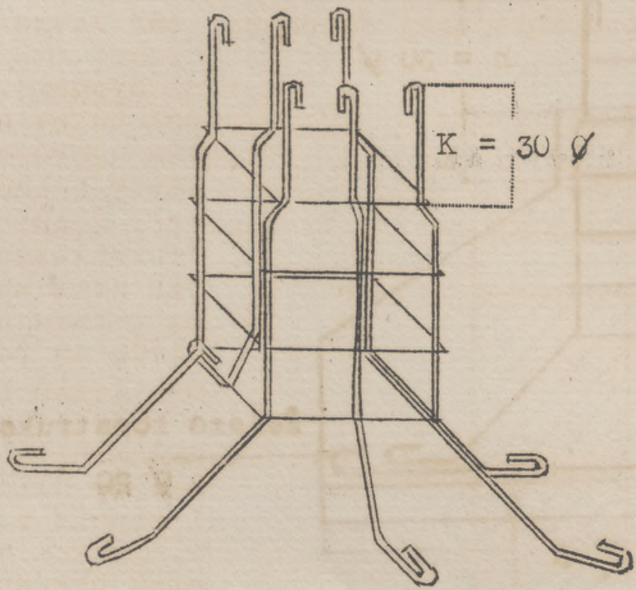
Rys.30

Na związaną i ułożoną na podłożu z chudego betonu siatkę z prętów, ustawiamy "zaczątek" zbrojenia słupa, wypuszczając go na wysokość równą 30 średnicom pręta żelaznego w słupie, ponad t.zw. "kołnierz" stopy. /Patrz rysunek 30 i 32, litera k/. Kołnierzem nazywamy zgrubienie w stosunku do przekroju słupa opartego na stopie. Zaczątek tego zbrojenia również mocujemy do siatki ułożonej na dole, wiążąc ją za pomocą cienkiego drutu, specjalnie miękkiego. Oś tego zbrojenia powinna być umiejscowiona ściśle na osi siatki, gdyż stopa pracuje na osiowe obciążenie i słup na niej także musi być skonstruowany.

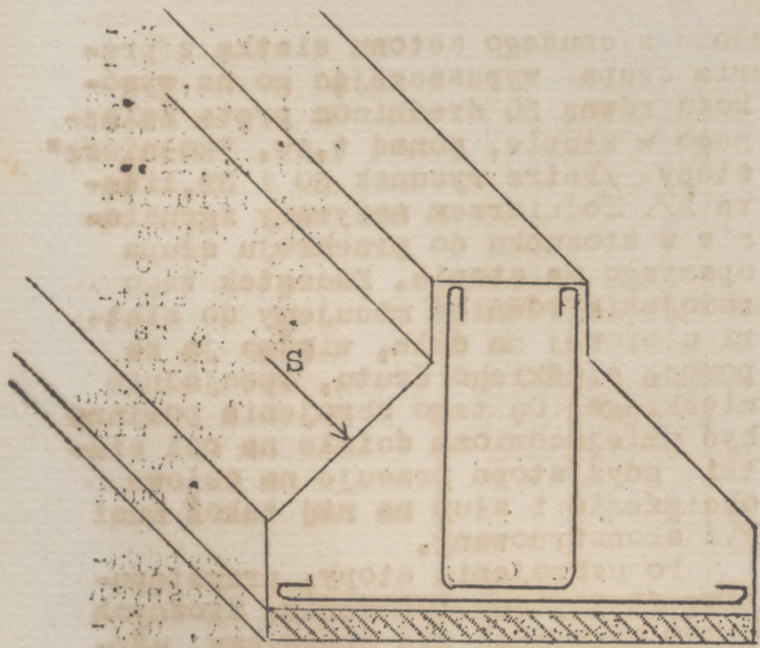


Rys.31

Po uzbrojeniu stopy, przystępujemy do jej zabetonowania. Skośnych boków zazwyczaj nie szalujemy, używając natomiast betonu bardziej suchego /mniej plastycznego/ i ubijaniem go wyrabiamy odpowiednie skosy, określone z góry obliczeniami statycznymi. Często się zdarza, że przedsiębiorcy wykonują stopy o przekroju prostokątnym /Rys.30/, zaznaczonym na tym rysunku linią przerywaną. Otóż ilość betonu, zużyta na wypełnienie tych stop, jest zupełnie zbędna pod względem konstrukcyjnym, gdyż wcale nie pracuje, odwrotnie nawet - przyczynia się teoretycznie do zbędnego obciążenia gruntu. Mówimy "teoretycznie"



Rys.32



Rys.33.

gdyż praktycznie ciężar tego betonu w porównaniu do całości, nie ma żadnego znaczenia. Jednak, jeśli możemy się zgodzić, aby praktycznie wykonać tę stopę w formie prostokątnej, to nie ma żadnych danych na to, żeby za nie płacić, gdyż takie budowanie stopy dowodzi zawsze o trwonieniu materiału.

Ławy żelazobetonowe zasadniczo zbroimy podobnie jak i stopy za pomocą siatek w dole ławy ułożonych.

Następnie zamiast zbrojenia zaczątkowego dla słupów układamy zbrojenie w postaci belki żelazobetonowej /Rys/33/ i całość betonujemy, wyrabiając skosy /zaznaczone literą s na rysunku/, podobnie jak to omówione było przy stopach.

BALKONY

Uzbrojenie balkonów pracuje w sposób odmienny niż stopy i belki. Zanim omówimy sposób zbrojenia balkonów, rozpatrzmy jak pracuje belka lub płyta balkonowa pod obciążeniem.

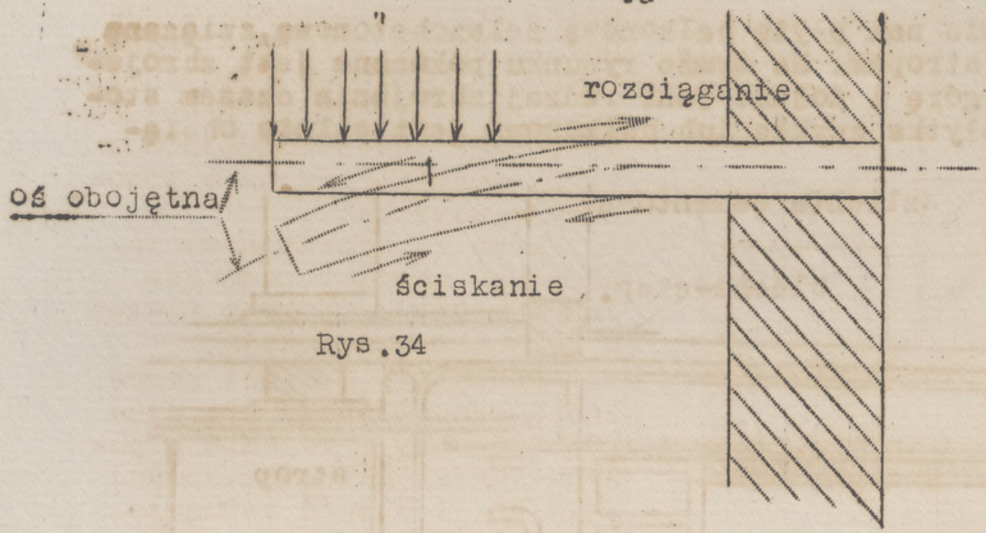
Rysunek 34 przedstawia nam ugięcie się belki balkonowej pod obciążeniem.

Łatwo zauważyć, że pasy górne nad osią obojętną będą rozciągane, natomiast pasy dolne pod osią będą ściskane, a więc odwrotnie, jak przy belkach podpartych na dwóch końcach.

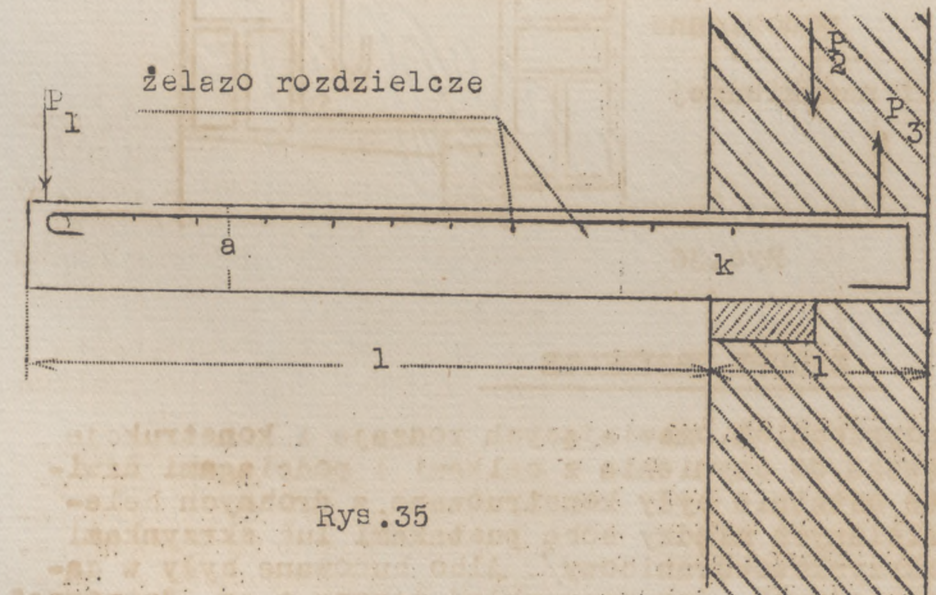
Znając działanie sił w danej konstrukcji, łatwo możemy dostosować odpowiednie dla niej uzbrojenie. Wiemy już z poprzednich rozważań, że pasy dolne w belkach były zbrojone prętami podłużnymi, jako przeciwdziałanie siłom rozciągającym.

Z rysunku 34 widzimy, że siły rozciągające w płycie lub belce balkonowej występują w górnej części belki, a więc tam będziemy da-

wać pręty podłużne, pracujące na rozciąganie. Natomiast w poprzek tych prętów damy pręty podłużne o mniejszej średnicy, tak zwane pręty rozdzielcze.



Rys.34



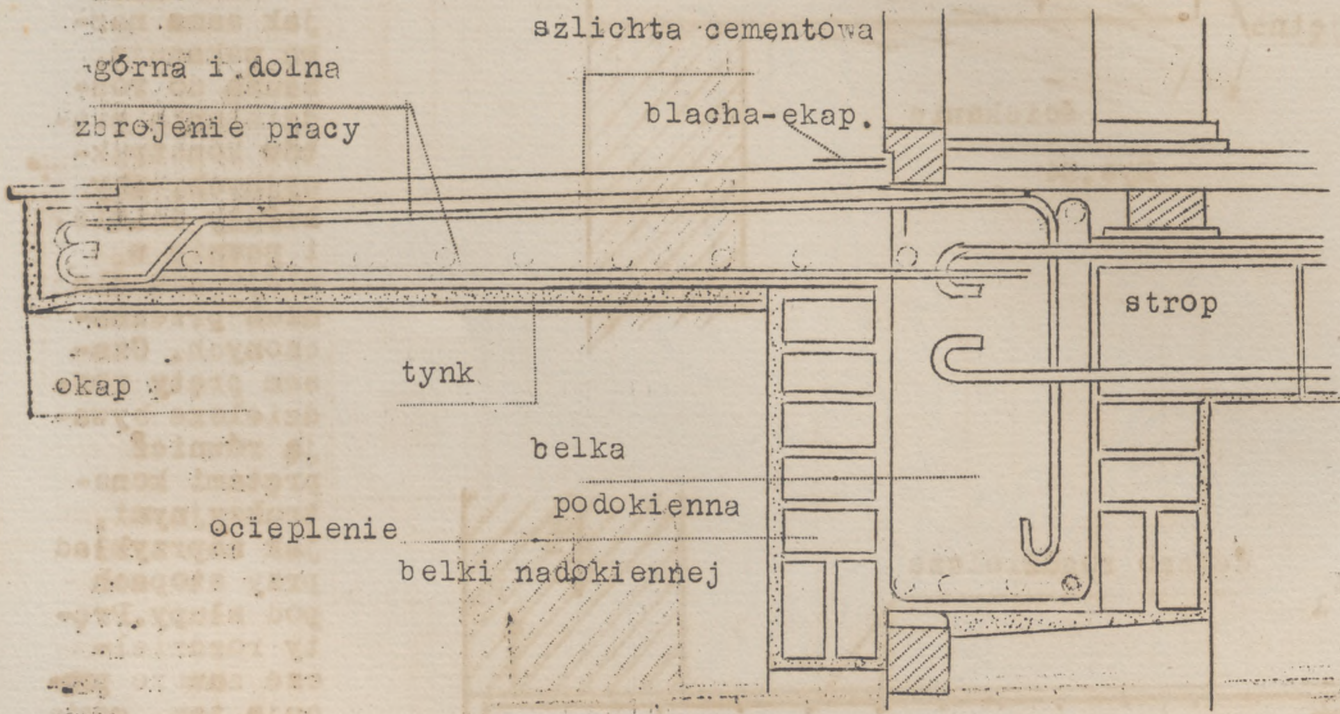
Rys.35

Rysunek 35. przedstawia nam uzbrojenie płyty balkonowej. Żelaza "rozdzielcze" jak sama nazwa wskazuje, służą do rozdzielania prętów konstrukcyjnych, aby leżały ściśle i pewnie w miejscach dla nich przeznaczonych. Czasem pręty rozdzielcze bywają również prętami konstrukcyjnymi, jak naprzykład przy stopach pod słupy. Pręty rozdzielcze zawsze pracują tam, gdzie konstrukcja pracuje we wszystkich kierunkach, co zazwyczaj ma zawsze miejsce przy płytach żelazobetonowych, podpartych po dwóch albo po czterech bokach.

Przy budowaniu belek lub płyt balkonowych, musimy zawsze pamiętać o "przeciwwadze" dla belki lub płyty balkonowej. Jeżeli więc ciężar P_1 przedstawia nam wagę własną i użytkową, to jasnym jest, że pod wpływem tej wagi występuje siła P_3, która podparta w punkcie "K", stara się podnieść siłę P_2, działającą jako ciężar nałożony na koniec belki lub płyty, aby utrzymać równowagę. Im siła P_1 będzie większą /im większe będzie "l", tym większa będzie siła P_1/ tym przeciwwaga P_2 musi być większa.

Bardzo często tak się zdarza /naprzykład na ostatnich piętrach/, że ciężar siły P_2 - zwykle ściana - nie wystarcza, wówcza dla uzyskania przeciwwagi, łączymy płytę balkoncwą ze stropem. To samo zjawisko braku przeciwwagi występuje, gdy na całej długości balkonu mamy drzwi lub okono.

Rys.36 przedstawia nam płytę balkoncwą żelazobetonową, związaną z belką nadokienną i stropem. Na tymże rysunku pokazane jest zbrojenie płyty balkonowej górą i dołem. Taki rodzaj zbrojenia czasem stosujemy, gdy zarówno płytka zwykła lub balkonowa jest silnie obciążona.



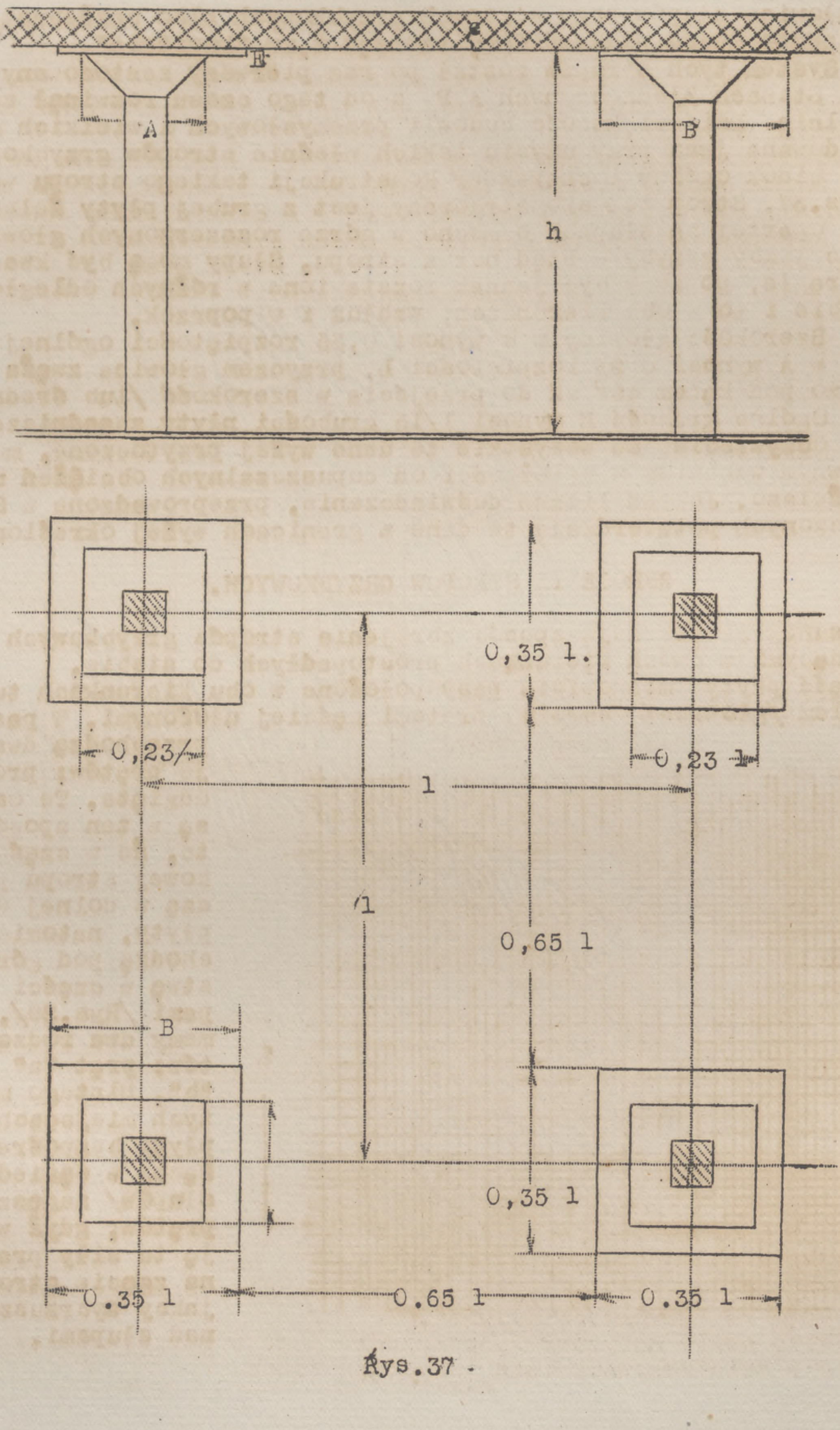
Rys.36

STROPY GRZYBKOWE

W rozdziałach poprzednich, omawiających rodzaje i konstrukcje stropów, mieliśmy zawsze do czynienia z belkami i podciągami dźwigającymi stropy, a te ostatnie były konstruowane z drobnych beleczek /żeberek/, rozdzielanych między sobę pustakami lub skrzynkami drewnianymi /strop skrzynkowo-dranicowy/. Albo budowane były w całości z pustaków ceramicznych, jak naprzykład stropy t.zw. "pomorze" /patrz rozdział "Roboty Murarskie"/, opierając się na belkach żelazobetonowych.

Stropy grzybkowe, albo bezżebrowe, odwrotnie od wyżej wspomnianych, nie posiadają żadnych belek ani żeber, ani widocznych ani ukrytych, lecz tworzą jednolitą płytę o odpowiedniej grubości, opartej bezpośrednio na "głowicach słupów".

Głowicą słupa nazywamy rozszerzenie jego w górzę, takież rozszerzenie w dole nazywamy bażą lub stopą słupa.



Rys.37 -

Głowice słupów przy stropach grzybkowych albo bezżebrowych bywają często mocno podkreślone, tworząd t.zw."kapitele".

System tych stropów został po raz.pierwszy zastosowany w 1903 roku w Stanach Zjednoczonych A.P. a od tego czasu rozwinął się bardzo silnie. Dziś większość budowli przemysłowych i wielkich magazynów budowana jest przy użyciu takich właśnie stropów grzybkowych.

Widok ogólny i charakter konstrukcji takiego stropu wskazuje nam Rys.37. Strop ten skonstruowany jest z grubej płyty żelazobetonowej, opartej na słupach o mocno w górze rozszerzonych głowicach, tworząc jakby grzyby - stąd nazwa stropu. Słupy mogą być kwadratowe lub okrągłe, powinny być jednak rozstawione w równych odległościach od siebie i to w obu kierunkach, wzdłuż i w poprzek.

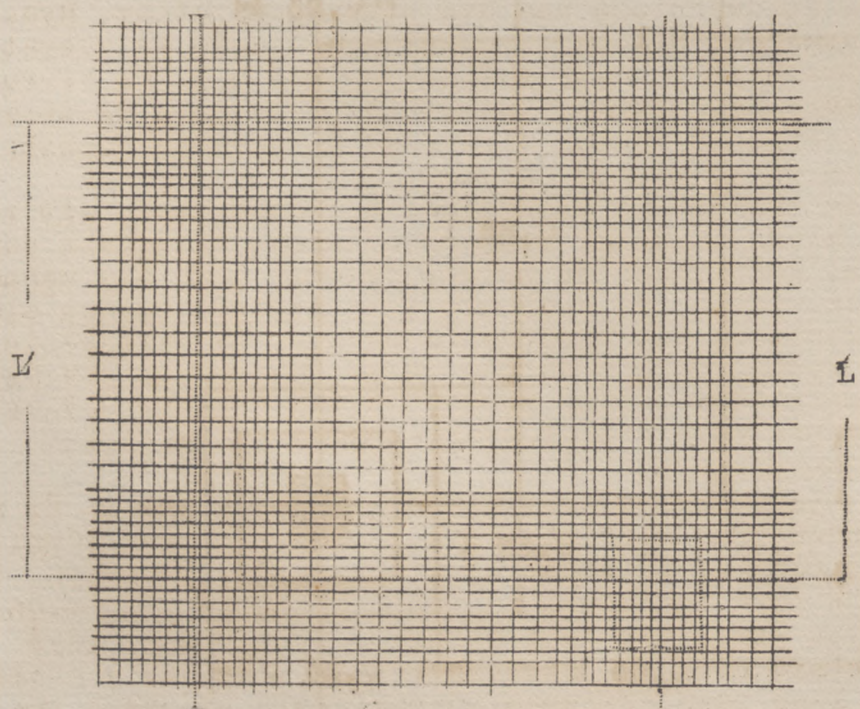
Szerokość głowicy w B wynosi 0,35 rozpiętości ogólnej L,a szerokość w A wynosi 0,23 rozpiętości L, przyczem głowica zwęża się stożkowo pod kątem 45° aż do przejścia w szerokość /lub średnicę/ słupa. Ogólna grubość E wynosi 1/15 grubości płyty zasadniczej "e".

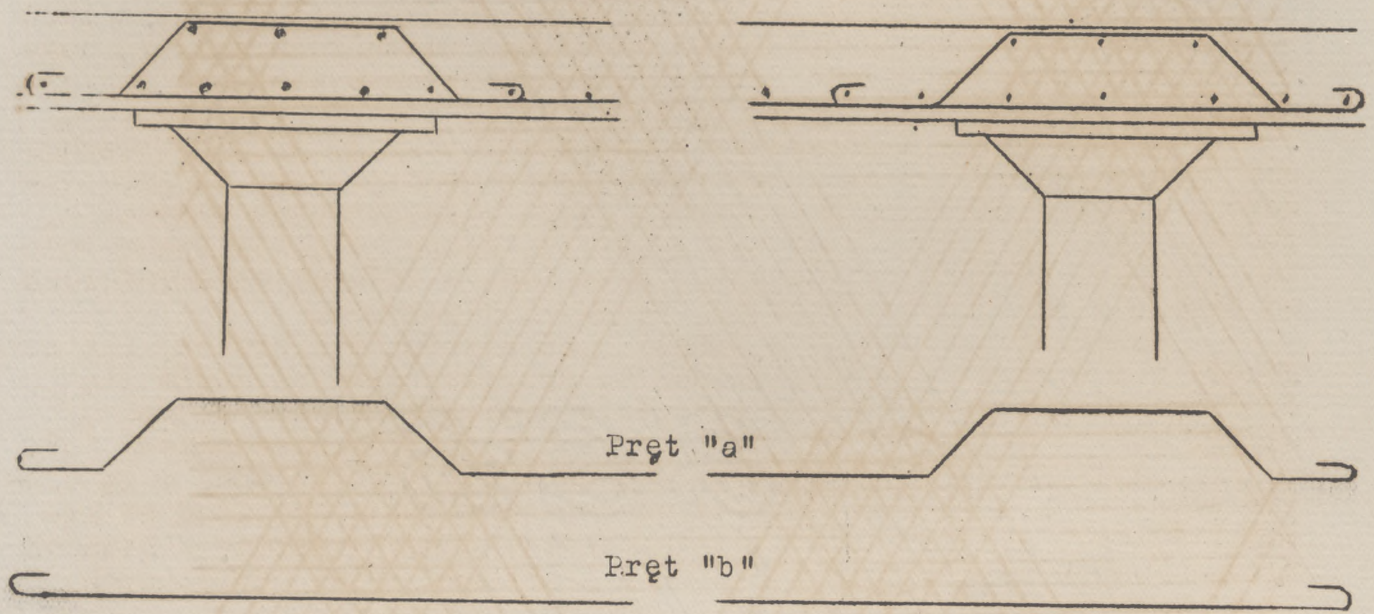
Oczywiście, że wszystkie te dane wyżej przytoczone, mogą ulegać pewnym wahaniom w zależności od dopuszczalnych obciążeń na beton i żelazo. Jednak liczne doświadczenia, przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych potwierdzają te dane w granicach wyżej określonych.

ZBROJENIE STROPOW GRZYBKOWYCH.

Rysunek 38 wskazuje sposób zbrojenia stropów grzybkowych prętami idącymi w dwóch kierunkach prostopadłych do siebie.

Część płyty, mianowicie pasy położone w obu kierunkach tuż nad kapitelem /głowica/ zbroimy prętami gęściej ułożonymi. W pasach tych przechodzą dwa rodzaje prętów: proste i odgięte. Te ostatnie są w ten sposób odgięte, że w części środkowej stropu przechodzą w dolnej warstwie płyty, natomiast podchodzą pod górną warstwę w części nad słupami /Rys.39/, a więc mamy dwa rodzaje prętów: pręt "a" i pręt "b". Dlatego mamy w tych miejscach/pasy płyty bezpośrednio leżącej w sąsiedztwie słupów/ zagęszczenie prętów, gdyż występują tu siły pracujące na zgięcie stropu i jakby wybrzuszenie go nad słupami.





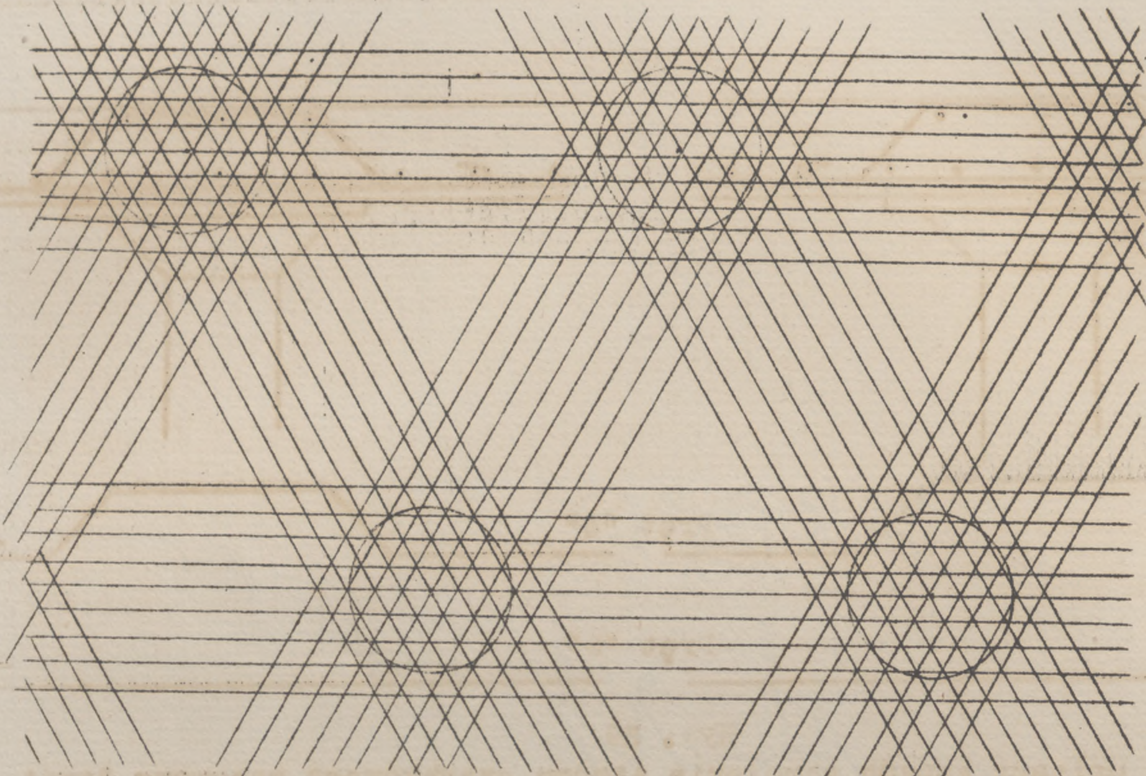
Rys. 39

Opisany sposób zbrojenia stropu grzybkowego nazywamy "systemem dwukierunkowym". Niezależnie od tego systemu zbrojenia mamy jeszcze szereg innych, jak:1/ trzykierunkowy, 2/ kolisty, 3/ Czterokierunkowy. Najczęściej używany jest system ostatni, to znaczy czterokierunkowy.

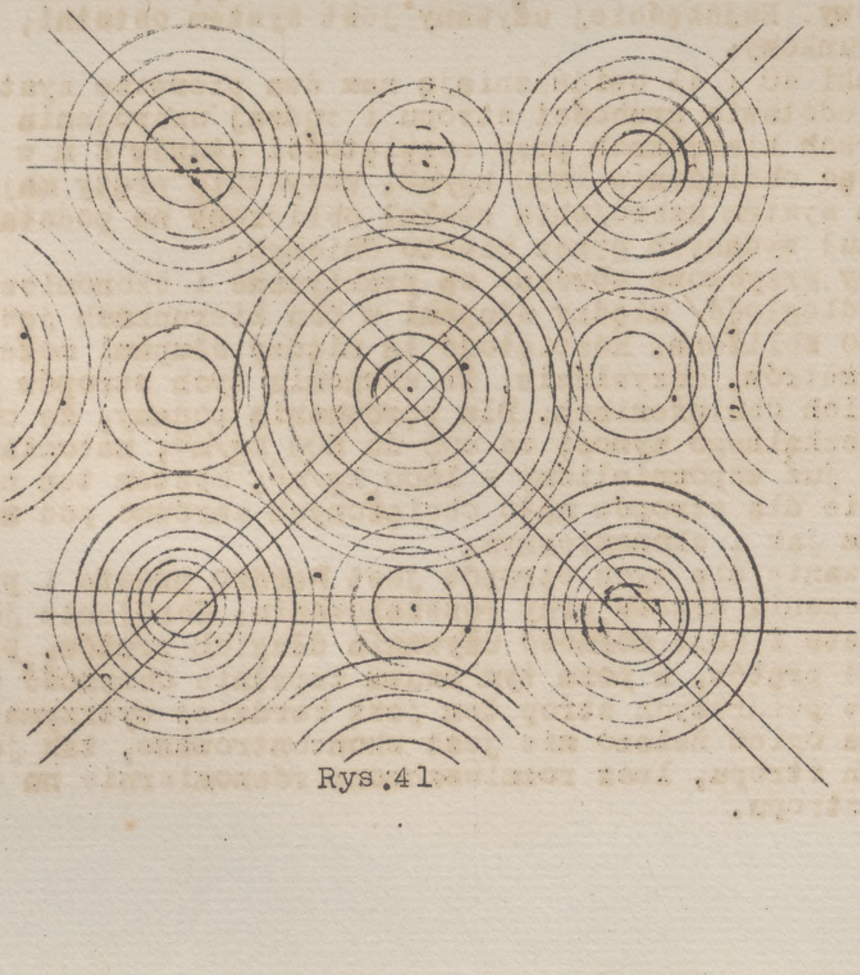
Rysunki 40 i 41 uwidaczniają nam dwa pierwsze systemy. Rysunek 42 przedstawia grubości stropu i rodzaj uzbrojenia we wszystkich czterech kierunkach przy rozpiętości słupów 6 m w obu kierunkach, niosąc obciążenie 1500 kg/m2. Wszystkie pręty mają średnicę 13 mm. Ten system uzbrojenia został obliczony na podstawie przepisów i formuł wydanych przez miasto Chicago.

Stropy grzybkowe wówczas są praktyczne i ekonomiczne, gdy rozpiętość /odległość/ między słupami w obu kierunkach jest taka sama, albo bardzo zbliżona. Rozpiętość ta między słupami może się wahać od 4 do 8 metrów. Oczywiście, że ekonomia tych stropów opłaca się przy wielkich obciążeniach. Dla porównania podamy, że obciążenie stropu mieszkalnego wynosi od 400 do 500 kg/m2; natomiast grzybkowego - jak już wspomnieliśmy - 1500 kg/m2. System ten nie opłaca się zupełnie dla stropów mało obciążonych zarówno pod względem technicznym jak i ekonomicznym.

Szalowanie dla tych stropów jest bardzo proste i prawie że nie daje zniszczenia drzewa przy rozszalowaniu. Zbrojenie jest również bardzo proste i daje możność używania długich prętów, przyczym odpada cięcie prętów, a poza tym usuwa zupełnie obecność strzemion. Ze względów pożarowych strop ten jest bardziej wytrzymały, gdyż wrażliwe na ogień żelazo nie jest skoncentrowane, tak jak w belkach lub żebrach stropu, lecz rozmieszczone równomiernie na całej powierzchni stropu.



Rys. 40



Rys. 41

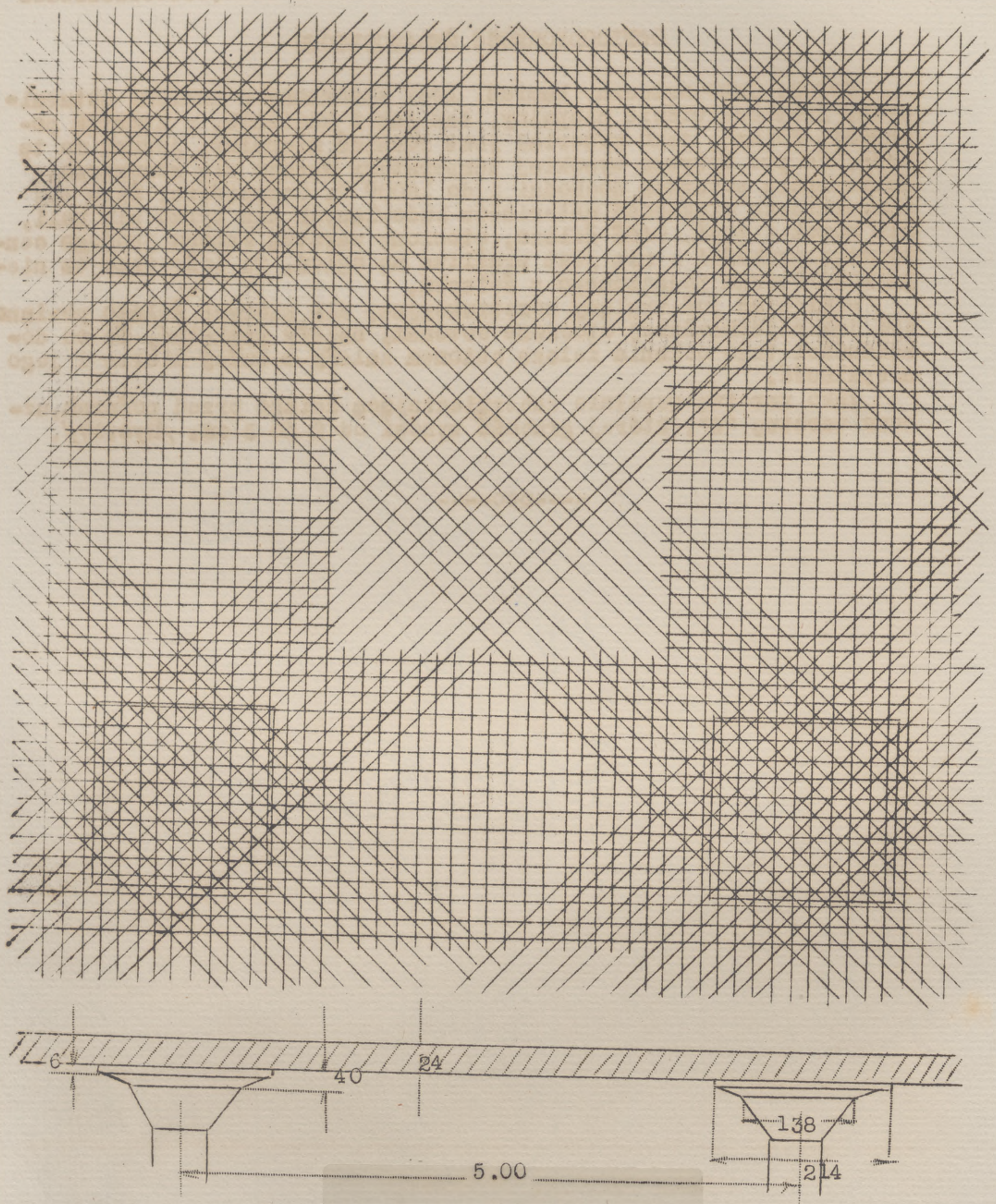
OGNIOODPORNOŚĆ ŻELAZOBETONU

Beton, jako sztuczny kamień, lecz stworzony z kamieni naturalnych, jest oczywiście niepalny, tak jak i kamienie, z których pochodzi. Żelazo, jako materiał jest również niepalny, jednak ma tę wadę, że pod wpływem wysokiej temperatury bardzo się rozszerza. Temperatura pożarowa dochodzi i do 1600° C. Oczywiście, że w tej temperaturze większość materiałów budowlanych nie tylko się pali, ale nawet i topi. Otóż żelazo, otoczone warstwą betonu jednego centymetra grubości - nie jest wrażliwe na ogień. Tu leży więc ta niepalność betonu połączonego z żelazem.

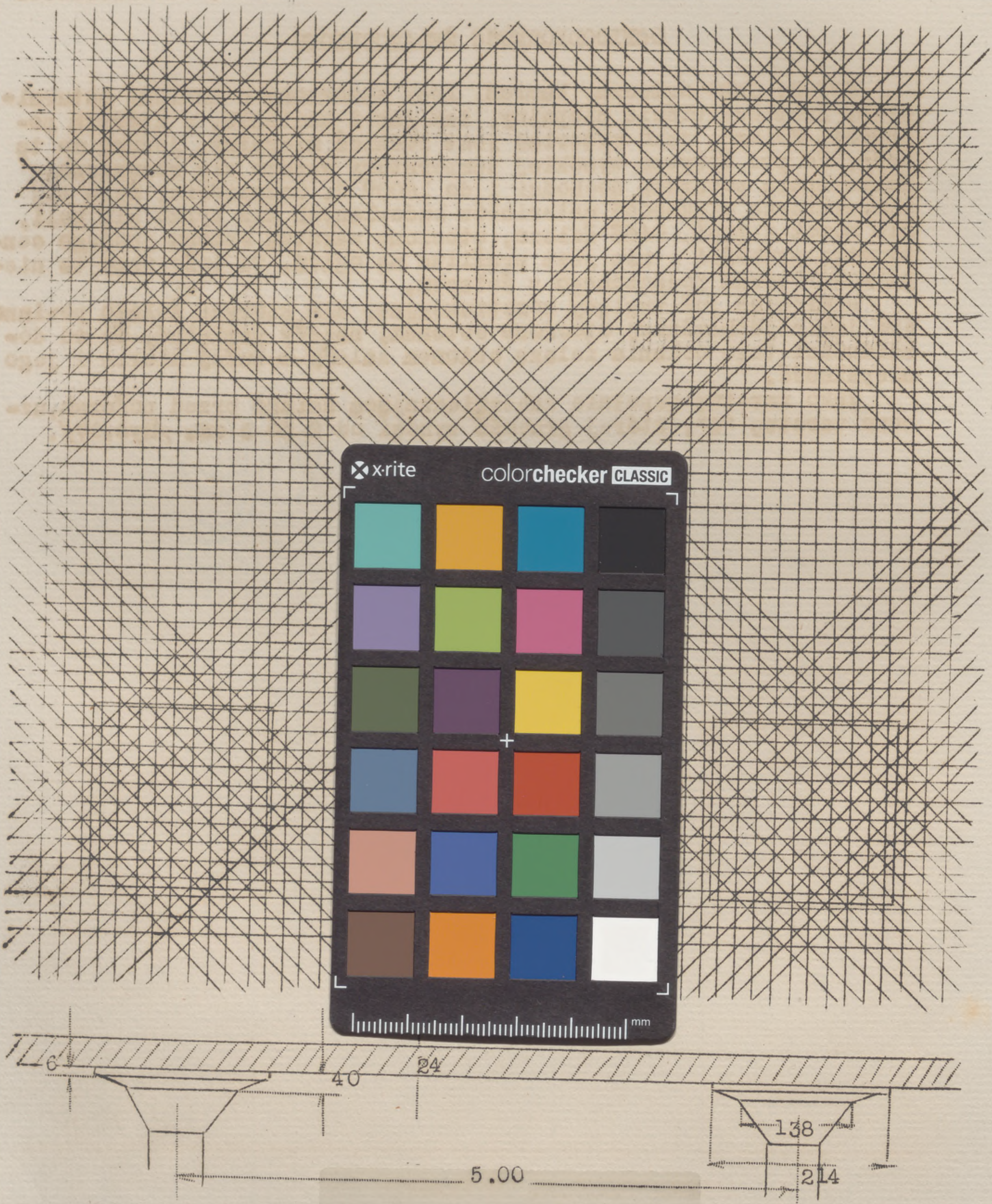
Pomijając już względy konstrukcyjne, dla których żelazo powinno być jak najdokładniej otoczone betonem, należy pamiętać, że od dokładności tego oblania żelaza betonem zależy w dużej mierze i jego niepalność.

Jako warstwę zupełnie zabezpieczającą żelazo przed pożarem, uznano warstwę "d", której grubość wynosi od 2 do 3 cm. /Rys.17/.

----ooo----



Rys.42



Rys.42